

**EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS DE HIDRATACIÓN POS-COSECHA
EN *Heliconia psittacorum* L.f.**

**BRENDA JAZMÍN ROCHA GRAFE
NATALIA OROZCO HUEJE**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
VILLAVICENCIO**

2019

**EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS DE HIDRATACIÓN POS-COSECHA
EN *Heliconia psittacorum* L.f.**

**BRENDA JAZMÍN ROCHA GRAFE
NATALIA OROZCO HUEJE**

**Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial
Profundización en Biodiversidad**

**Director
JAVIER ALEXANDER JIMÉNEZ FORERO**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
VILLAVICENCIO
2019**

Nota de aceptación

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Director

Villavicencio, septiembre de 2019

Los directores y jurados examinadores de este trabajo de pregrado, no serán responsables de las ideas emitidas por los autores del mismo.

Artículo 24 Resolución N° 04 de 1994

DEDICATORIA

Dedicada al Padre Celestial que me ha dado la fortaleza para continuar ante cualquier adversidad. A mi familia; porque gracias a sus consejos y palabras de aliento crecí como persona y estudiante cumpliendo con mis objetivos. A mis padres Lucero Rocha y Jairo Medina por enseñarme buenos sentimientos, valores, a ser persona y su apoyo incondicional durante este proceso.

Finalmente; Natalia Orozco por ser parte esencial de este proyecto, porque gracias a tu empeño y después de recorrer un camino de adversidades, triunfos, alegrías, tristezas, preocupaciones damos por terminado este escalón de la vida.

Con Cariño; Brenda

DEDICATORIA

A quien todo lo puede y en quien he puesto delante mi camino y lo hace prosperar,
a Jehová Dios del universo.

Y a Eidner Orozco e Irma Hueje por incitarme a soñar y luchar por mis metas,
esta es una de ellas.

Natalia Orozco

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios por darnos la habilidad y destreza para desarrollar este trabajo, y a nuestros familiares por animarnos y apoyarnos.

Agradecemos también a Lida Bernal, quien proporciono las muestras de estudio; a Guillermo Parrado, participe en la recolección del material vegetal para pruebas preliminares; a Luz Aide Martínez y Narda Clemencia Rodríguez, quienes cedieron el espacio y algunos equipos para ejecutar el trabajo; a Daniel Bernal por su gestión en el transporte de materiales; a Maribel Triana quien suministro parte de los materiales necesarios en las pruebas experimentales; a Sara Bernal y Daniela Orozco por su apoyo en la adecuación del montaje para el experimento y por su colaboración en el registro de datos; a la profesora Deici Villalba por su orientación en el análisis estadístico y a nuestro director Javier Jiménez por sus aportes para la mejora del presente documento.

Especialmente agradecemos a Daniela Orozco, por su apoyo desde el inicio hasta la finalización de esta tesis.

Brenda Rocha

Natalia Orozco

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. OBJETIVOS.....	3
1.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2. INTRODUCCIÓN.....	4
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
4. JUSTIFICACIÓN	10
5. MARCO TEÓRICO	12
5.1. MORFOLOGIA DEL GÉNERO <i>Heliconia</i>	12
5.2. TAXONOMÍA DEL GÉNERO <i>Heliconia</i>	16
5.3. ESTUDIOS REALIZADOS EN LA POS-COSECHA DE <i>Heliconia</i>	17
5.4. ESTUDIOS REALIZADOS EN LA CONSERVACIÓN DE OTRAS ESPECIES TROPICALES.....	19
5.5. POS-COSECHA DE FLORES TROPICALES.....	20
5.6. DETERMINACIÓN DE ÁREA FOLIAR MEADIANTE IMÁGENES DIGITALES ..	22
7.7 DETERMINACIÓN DE ÁREA FOLIAR AFECTADA	23
7.7.1. INCIDENCIA	23
5.6.1. SEVERIDAD.....	24
6. MATERIALES Y METODOS	26
6.1. MATERIA PRIMA Y MATERIAL.	26
6.2. EXPERIMENTOS DE HIDRATACIÓN	27
6.3. PROCESAMIENTO DE LAS IMÁGENES	28
6.4. DISEÑO EXPERIMENTAL	29
6.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	30
7. RESULTADOS	31
8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	45

9. CONCLUSIONES.....	50
10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	51
11. PRESUPUESTO.....	52
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
13. ANEXOS.....	63

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Comportamiento de la variable LPC trasero en los tratamientos.....	32
Gráfica 2. Comportamiento de la variable LPC delantero en los tratamientos.....	35
Gráfica 3. Comportamiento de la variable MED trasero en los tratamientos.....	37
Gráfica 4. Comportamiento de la variable MED delantero en los tratamientos.....	39
Gráfica 5. Comportamiento de la variable peso en los tratamientos.....	41

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. ANOVA para la variable LPC trasero con interacción hidratación-tiempo	33
Tabla 2. ANOVA para la variable LPC trasero sin interacción hidratación-tiempo	33
Tabla 3. ANOVA para la variable LPC delantero con interacción hidratación-tiempo	36
Tabla 4. ANOVA para la variable LPC delantero sin interacción hidratación-tiempo	36
Tabla 5. ANOVA para la variable MED trasero con interacción hidratación-tiempo	38
Tabla 6. ANOVA para la variable MED delantero con interacción hidratación-tiempo	39
Tabla 7. ANOVA para la variable peso con interacción hidratación-tiempo	41
Tabla 8. ANOVA para la variable peso sin interacción hidratación-tiempo	42
Tabla 9. Cronograma de actividades.....	51
Tabla 10. Presupuesto del proyecto.....	52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Composición del género <i>Heliconia</i>	13
Figura 1. Composición de la inflorescencia de <i>Heliconia</i>	14
Figura 3. Estructura de la inflorescencia de <i>Heliconia</i>	15
Figura 4. Inflorescencia <i>Heliconia Psittacorum</i>	17
Figura 5. Senescencia de <i>H. psittacorum</i> sin hidratar.....	43
Figura 6. Senescencia de <i>H. psittacorum</i> hidratada con agua.....	43
Figura 7. Senescencia de <i>H. psittacorum</i> hidratada con NaCl al 0.02%	43
Figura 8. Senescencia de <i>H. psittacorum</i> hidratada con C ₆ H ₁₂ O ₆ al 0.01%.....	44

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. ANOVA para la variable LPC trasero, factor tiempo.....	63
Anexo 2. ANOVA para la variable LPC trasero, factor hidratación.	63
Anexo 3. ANOVA para la variable LPC delantero, factor tiempo.	64
Anexo 4. ANOVA para la variable LPC delantero, factor tiempo.....	64
Anexo 5. ANOVA para la variable MED trasero, interacción tiempo-hidratación...	65
Anexo 6. ANOVA para la variable MED trasero, factor hidratación.....	67
Anexo 7. ANOVA para la variable MED delantero, interacción tiempo-hidratación.....	67
Anexo 8. ANOVA para la variable MED delantero, factor hidratación.....	69
Anexo 9. ANOVA para la variable peso, factor tiempo.....	69
Anexo 10. ANOVA para la variable peso, factor hidratación.....	70

RESUMEN

Existe diversidad de flores tropicales que tienen uso ornamental, entre ellas se encuentra la *Heliconia psittacorum*, una de las más comerciales de su familia. Estas flores requieren conservar su calidad, en especial en sus brácteas que son los órganos más vistosos, debido a que su estado determinara el valor de comercialización; es por esto que en el presente estudio se evaluó el efecto de cuatro tratamientos hidratantes en la etapa pos-cosecha de *H. psittacorum* para lo cual se adecuaron cuatro grupo de estas inflorescencias en diferentes tratamientos que fueron: sin agua, solo agua, solución con hipoclorito de sodio al 0.02% y solución con glucosa al 0.01%, se tomaron registros fotográficos de las brácteas y se analizaron las imágenes por el programa ImajeJ, mediante el cual se obtuvo resultados de las lesiones por centímetro cuadrado (LPC), porcentaje de área real dañada (MED) y peso durante el transcurso de quince días. Como resultado se halló que el grupo floral que no fue hidratado presento una senescencia prematura a comparación de los grupos que contenían agua de florero, los cuales no presentaron un aumento en la longevidad de las flores, no obstante, en términos comerciales el tratamiento con solo agua es el más indicado teniendo en cuenta los costos de producción.

ABSTRACT

There is a diversity of tropical flowers that have ornamental use, among them is the *Heliconia psittacorum*, one of the most commercial of its family. These flowers need to preserve their quality, especially in their bracts that are the most colorful organs, because their state will determine the value of commercialization; this is why in the present study the effect of four moisturizing treatments in the post-harvest stage of *H. psittacorum* was evaluated, for which four groups of these inflorescences were adapted in different treatments that were: without water, only water, solution with hypochlorite of 0.02% sodium and 0.01% glucose solution, photographic records of the bracts were taken and the images were analyzed by the ImajeJ program, whereby results of the injuries per square centimeter (LPC) were obtained, percentage of real area damaged (MED) and weight during the course of fifteen days. As a result, it was found that the floral group that was not hydrated presented a premature senescence compared to the groups that contained vase water, which did not show an increase in the longevity of the flowers, however, in commercial terms the treatment with only Water is the most indicated taking into account the production costs.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de cuatro tratamientos de hidratación en propiedades pos-cosecha de interés en *H. psittacorum*.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las sustancias nutritivas favorables para uso en pos-cosecha de Heliconias comerciales
- Evaluar la senescencia en las brácteas de *Heliconia psittacorum* sometidas a cuatro tratamientos pos-cosecha durante un periodo de quince días.

2. INTRODUCCIÓN

Según Rodríguez,¹ Colombia ocupa el segundo lugar después de Brasil entre los doce países más biodiversos del mundo contando con 177 especies ornamentales, entre las cuales se encuentran las orquídeas, los anturios y los platanillos; al respecto Pérez, García y Toborda² resaltan el reconocimiento mundial que posee Colombia por la belleza de sus flores, tanto así que cuenta con los mejores referentes en diferentes mercados.

Las exportaciones de flores y follajes cortados en Colombia según el Departamento Administrativo Nacional de estadística-DANE³ para el periodo enero-abril de 2017 fue de US\$445 millones de Free On Board-FOB (libre a bordo) y para el periodo de enero-abril de 2018 fue de US\$506,8 millones de FOB; de modo que el porcentaje de participación en las ventas exteriores de productos agropecuarios, alimentos y bebidas por parte de las flores y follajes cortados fue del 11,4%; sumando 2,1 puntos porcentuales a la variación del grupo. Es de aclarar que las flores tropicales no cuentan con una partida arancelaria propia debido a que son un mercado pequeño tanto nacional como internacional.

La producción de flores tipo exportación se concentra en tres zonas de Colombia, conforme lo indica la Asociación Colombiana de Exportadores de Flores,⁴

¹ RODRÍGUEZ BECERRA, Manuel. La biodiversidad en Colombia [En línea]. [Consultado el 04 de mayo de 2017]. Disponible en internet: <http://www.manuelrodriguezbekerra.org/bajar/biodiversidad.pdf>

² PÉREZ CONEO, David Nelson; GARCÍA FRANCO, María Cristina y TABORDA MARTÍNEZ, Richard Oswaldo. Biocomercio. [en línea]. Colombia. 2016. Flores y follajes nativos de Antioquia. [Consultado: 28 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://repositorio.esumer.edu.co/bitstream/ESUMER/462/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20ESP A%C3%91OL.pdf>

³ DANE. Boletín técnico- Exportaciones (EXPO) Abril 2018. [En línea]. Bogotá D.C. 1 de junio de 2018, p. 13-14. [Consultado el 28 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/exportaciones/bol_exp_abr18.pdf

⁴ Asociación Colombiana de Exportadores de Flores. Cifras estadísticas. [En línea]. Asocolflores. [Consultado el 28 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://asocolflores.net.co/servicios/cifras-estadisticas/36>

Cundinamarca aporta el 72% en la Sabana de Bogotá, Antioquia un 27% y Risaralda, Caldas, Boyacá y Valle del Cauca un 1%; complementariamente Cárdenas y Rodríguez⁵ indican que la Sabana de Bogotá produce rosas, claveles y alstromelias, Antioquia crisantemos y follajes, y el Eje Cafetero follajes, helechos y flores tropicales.

En este sentido Díaz,⁶ indica que el porcentaje de área ocupada en la siembra de anturios, heliconias, follajes y otros géneros es tan solo del 7% en zonas donde la temperatura está alrededor de los 21°C; el 18% del área está concentrada en Rionegro, Antioquia donde se producen pompones, crisantemos hortensias y otros géneros que presentan buen desarrollo en temperaturas promedio de 17°C y la mayor concentración del área se encuentra en la Sabana de Bogotá con un 75% y una producción de claveles, rosas, astromerías y otros géneros que presentan buena adaptabilidad en temperaturas promedio de 13°C.

Ademas Rangel,⁷ establece que Colombia representa el 57,7% de la riqueza mundial de familias de plantas con flores (414), es decir 238; entre ellas se encuentra la familia Heliconiaceae, la cual presenta una participación con 30 especies en la Amazonía, 38 en el Choco, 21 en el Caribe y 19 en la Orinoquia. De modo que Heliconiaceae se encuentra entre el grupo de familias con valores de riqueza entre el 30 y 50%, siendo importante por el número de especies que posee.

⁵ CÁRDENAS POVEDA, Luz Marina y RODRÍGUEZ ESPEJO, Maria Yamile. Estudio de la agroindustria de las flores en Colombia y la creación de una empresa productora de flores. [En línea]. Bogotá. Universidad de la Sabana. Programa de especialización, finanzas y negocios internacionales. 2011. p. 31. [Consultado el 29 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/1688/Luz_Marina_C_rdenas_Poveda.pdf?sequence=1

⁶ DIAZ CERON, Wilson Andrés. Análisis de las oportunidades del sector floricultor exportador colombiano frente a las actuales condiciones del mercado en Costa Rica. [En línea]. Bogotá D.C.: agosto de 2018. p. 21-22. [Consultado el 28 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6930/1/5122422-2018-II-NIIE.pdf>

⁷ RANGEL CH., J. Orlando. La riqueza de las plantas con flores de Colombia. [PDF]. En: Botánica-Florística. 2015. Vol. 37, no. 2. p. 2979-307. [Consultado: 29 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v37n2/v37n2a5.pdf>

Ahora bien, según Krees, Roesel y Echeverry,⁸ el género *Heliconia* tiene de 225 a 250 especies en promedio distribuidas predominantemente en zonas neotropicales; Colombia posee 93 de ellas, por lo tanto es reconocida como la región del mundo con mayor número de especies de heliconias.

Dada la relevancia de las flores en Colombia y las fortalezas que posee para el mercado de flores tropicales, el presente estudio busca utilizar un método de análisis de imagen digital para medir los daños ocasionados en la etapa pos-cosecha de *Heliconia psittacorum*, ya que este es un factor fundamental para determinar la calidad de la flor y por consiguiente su valor; además se evaluará los tratamientos hidratantes a los que se someterán las flores para analizar la senescencia.

⁸ KRESS, W. John, BETANCUR, Julio; ROESEL, Cheryl S. y ECHEVERRY C., Beatriz E. Lista preliminar de las heliconias de Colombia y cinco especies nuevas. [PDF]. En: Caldasia. Vol. 17, no. 2. p. 183-184. [Consultado: 29 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://bdigital.unal.edu.co/20941/1/17193-54426-1-PB.pdf>

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como lo menciona Jerez⁹ las heliconias son plantas que se encuentran ubicadas en el trópico, en donde, las precipitaciones y cambios de temperatura, les brinda condiciones ideales a las necesidades de su sistema fisiológico, otorgándoles de esta manera la vistosidad de su colorido y durabilidad, características que favorecen su demanda global. A su vez Álvarez indica que, “éstas son promisorias en la producción de flor cortada, debido a que poseen una durabilidad sobresaliente y presentan características agronómicas que favorecen la explotación florícola”¹⁰

Uno de los factores que influyen en el posicionamiento de las flores cortadas en el mercado es la calidad, puesto que al ser productos perecederos la senescencia es uno de los procesos que se debe retardar. En las heliconias los efectos de la degradación no surgen en el mismo lapso, ello depende de agentes como la especie, manejo de cultivo y procesos pos-cosecha; aunque en términos generales los síntomas de degradación son similares, “consisten en necrosis y/o abscisión del periantio de las flores verdaderas y posterior ennegrecimiento de las brácteas sinclinales”¹¹

Respecto a la senescencia de este género Bañuelos *et al.*¹² y Costa *et al.*¹³ han

⁹ JEREZ, E. El cultivo de las heliconias [PDF]. En: Cultivo tropicales: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal Redalyc. Abril de 2007. Vol. 28, no. 1. p. 29. [Consultado: 14 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193215858005.pdf>

¹⁰ ALVAREZ, M. Agrotecnia de la Alpinia, Lirio Atorcha y Heliconias. Capítulo 14. [En línea]. [Consultado el 15 de Octubre de 2003]. Citado por: JEREZ, E. El cultivo de las heliconias [PDF]. En: Cultivo tropicales: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal Redalyc. Abril de 2007. Vol. 28, no. 1. p. 29. [Consultado: 14 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193215858005.pdf>

¹¹ Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Memoria del proyecto de investigación. Introducción de nuevas Heliconias para flor cortada: Evaluación de su potencial y desarrollo de técnicas de cultivo sin suelo. [Consultado: 20 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://www.icia.es/icia/download/ornamentales/Heliconias.pdf>

¹² BAÑUELOS HERNÁNDEZ, K.P.; GARCÍA NAVA, J.R.; LEYVA OVALLE, O.R.; PEÑA VALDIVIA,

evaluado algunas especies analizando el efecto de la temperatura y la humedad relativa en almacenamiento, de modo que las variables como color, peso en fresco, actividad peroxidasa, intensidad respiratoria y etileno han sido valoradas y comparadas con estimaciones visuales de la calidad de las mismas. Sin embargo, no existen estudios que evalúen la dimensión del área dañada que surge en las brácteas como consecuencia de la degradación natural en pos-cosecha mediante análisis de imágenes digitales, lo cual permitiría una valoración más exacta en comparación con las estimaciones visuales basadas en una escala con parámetros de calidad.

En correlación, Bade y Carmona¹⁴ indican que los métodos de estimación visual para la determinar la gravedad de afectación de una enfermedad en plantas son los más usados, a pesar de presentar inconvenientes en la repetitividad ocasionada por la subjetividad e imprecisión de las estimaciones; no obstante, también es cierto que “la identificación y cuantificación de la superficie de un órgano vegetal dañado por una enfermedad es factible de medir con mayor precisión mediante técnicas ahora disponibles para el procesamiento y análisis de imágenes digitales”¹⁵

Ahora bien, se han evaluado tratamientos térmicos y de humedad relativa en

C.B.; YBARRA MONCADA, M.C.; Flowering stem storage of *Heliconia psittacorum* L. f. cv. Trópica. [En línea]. Postharvest Biology and Technology. Febrero de 2016, vol. 112, p. 159-169. [Consultado el 21 de noviembre de 2018]. Disponible en Internet: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521415301502?via%3Dihub>

¹³ COSTA, Andreza.; NOGUEIRA, Luis Carlos; DOS SANTOS, Venézio; FINGER, Fernando Luiz; CAMARA, Terezinha; LOGES, Vivian. y WILLANDINO, Lilia. Characterization of symptoms of senescence and chilling injury on inflorescences of *Heliconia bihai* (L.) cv. Lobster Claw and cv. Halloween. [En línea]. Postharvest Biology and Technology. Enero de 2011, vol. 59, no. 1, p. 103-109. [Consultado el 21 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://www.sciencedirect.com/bdatos.usantotomas.edu.co/science/article/pii/S0925521410001894>

¹⁴ A. BADE, Cecilia Inés y A. CARMONA, Marcelo. Comparison of methods to assess severity of common rust caused by *Puccinia sorghi* in maize. [En línea]. Tropical plant pathology. Agosto de 2011, vol. 36, no. 4, p. 264-266. [Consultado el 21 de noviembre de 2018]. Disponible en Internet: <http://www.scielo.br/pdf/tpp/v36n4/a09v36n4.pdf>. ISSN 1982-5676

¹⁵ SAUCEDA ACOSTA, Carlos P.; LUGO GARCÍA, Gabriel A.; VILLASEÑOR MIR, Héctor E.; PARTIDA RUVALCABA, Leopoldo y REYES OLIVAS, Álvaro. Un método preciso para medir la severidad en roya de la hoja (*Puccinia triticina* Eriksson) en trigo. [En línea]. Septiembre del 2015, vol. 38, no. 4, p. 427-434. [Consultado el 21 de noviembre de 2018]. Disponible en Internet: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v38n4/v38n4a11.pdf>

heliconias, lo cual permite establecer mecanismos reguladores en la durabilidad de las mismas; por lo tanto, es necesario evaluar los efectos de tratamientos hidratantes en la conservación de este género ya que hasta el momento los estudios basados en este aspecto son muy pocos, además es un tema de total relevancia ya que “en las flores cortadas las causas más comunes de senescencia temprana son la inhibición de la absorción de agua, la pérdida excesiva de agua por mal manejo, el bajo abastecimiento de carbohidratos para sostener la respiración, la presencia de etileno y otros eventos metabólicos de la senescencia”¹⁶

Con todo lo anterior, se establece la necesidad de conocer los efectos de la hidratación en heliconias cortadas y almacenadas, así como la aplicación de técnicas de procesamiento de imágenes digitales para la evaluación de los daños pos-cosecha en las brácteas de estas.

¹⁶ LEYVA OVALLE, Otto Raúl; RODRÍGUEZ GOYA, Alejandrina Yenín; HERRERA CORREDOR, José Andrés; GALINDO TOVAR, María Elena y MURGUÍA GONZÁLEZ, Joaquín. Polímero hidrofílico combinado con soluciones preservadoras en la vida de florero de tallos florales de rosa y heliconia. [En línea]. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 2011, vol. 13, p. 552. [Consultado el 21 de noviembre de 2018]. Disponible en Internet: <http://www.redalyc.org/pdf/939/93920942034.pdf>

4. JUSTIFICACIÓN

El estado de los órganos que conforman los productos foliares determina su calidad y a su vez el valor monetario, el cual está directamente relacionado con la transición senescente que se acelera después de la cosecha y está muy influenciada por el manejo pos-cosecha debido a que los procesos que se lleven a cabo en esta etapa pueden ser los causantes del deterioro prematuro.

En las heliconias, las brácteas son los órganos más vistosos y llamativos, por ende, toda la producción debe estar enfocada en sacar al mercado ejemplares con el mínimo de lesiones, las cuales reflejan la muerte celular y están asociados a la inhibición de la absorción de agua, la actividad del etileno, la falta de reservas energéticas para sostener la actividad respiratoria, entre otros factores como lo expresan Squeo¹⁷ y Fischer¹⁸; de modo que la cadena que comprende la producción y los procesos posteriores a la cosecha hasta su comercialización deben ejercer un control en los puntos críticos como lo son los eventos metabólicos de respiración y transpiración en acompañamiento de pruebas que indiquen la reducción de dichos daños.

Ahora bien, una vez cosechadas las heliconias se presenta un fenómeno ocasionado por el bloqueo xilemático que reduce considerablemente la capacidad de absorción de agua, y en consecuencia surgen daños en la superficie de las brácteas cincinales, haciéndose evidentes por la aparición de manchas, amarillamiento y desecamiento de la punta de la misma. De este modo y en

¹⁷ SQUEO, Francisco A. y LEÓN, Mario F. Fisiología vegetal. [en línea]. Chile. 2007. Capítulo III Transpiración., p. 67. [Consultado: 27 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Transpiracion.pdf>

¹⁸ FISCHER, Gerhard. Fisiología de la flor almacenada: Respiración, transpiración y temperatura. [PDF]. En: ResearchGate. Enero de 2000., vol. 7, no. 1. p. 6-8. [Consultado: 27 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: https://www.researchgate.net/publication/257651432_Fisiologia_de_la_flor_almacenada_2_Respiracion_transpiracion_y_temperatura

concordancia con Van Doorn,¹⁹ es tal la importancia de la hidratación en heliconias que el decrecimiento del consumo de agua y la transpiración son considerados factores que influyen en la vida en florero.

En este sentido, es preciso registrar el área afectada por la senescencia teniendo en cuenta el manejo otorgado después del corte, y con base en los reportes establecer los procesos más adecuados en la etapa pos-cosecha, y es justamente esta la búsqueda del presente estudio, el cual está enfocado en la hidratación partiendo de la necesidad de brindar al organismo uno de los componentes fundamentales en su metabolismo, el agua. De manera que la importancia del presente trabajo radica en optimizar los recursos destinados a la hidratación en pos-cosecha de *Heliconia psittacorum* junto con la disminución de las lesiones ocasionadas por la degradación natural. En consecuencia, tanto productores como comercializadores podrían mejorar su proceso productivo teniendo en cuenta parámetros de la producción con respecto a porcentajes del área dañada y de la misma manera hacer selección entre una variedad de tratamientos hidratantes que permitan una mayor vida pos-cosecha.

¹⁹ VAN DOORN, W. V. Water relations of cut flowers II: Some species of tropical provenance. Acta Horticulturae., p. 65-69. Citado por: ALCALÁ B., Andrés y PALACIOS V., José. Riego y uso de antitranspirantes sobre la vida pos-cosecha de *Heliconia bihai* L. [PDF]. En: Anales científicos. 2017. Vol. 78, no. 2. p. 225-231. [Consultado: 27 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1060/pdf_60

5. MARCO TEÓRICO

Según anuncia Sheela²⁰ Las heliconias son plantas tropicales, nativas de Centroamérica, Suramérica, islas del Caribe y las islas del sur del Pacífico. Crecen naturalmente en los bosques tropicales de todo el mundo y en climas moderados; son usadas como flores de corte debido a su follaje, inflorescencia llamativa y características duraderas.

5.1. MORFOLOGIA DEL GÉNERO *Heliconia*

Kress, Betancur y Echeverry²¹ describen a las Heliconias como plantas herbáceas que pueden llegar a medir hasta 12m de altura, se propagan a través de rizomas, de donde se forman vástagos, cada vástago da origen a un pseudotallo, las hojas y una inflorescencia. La figura 1 presenta la constitución del género *Heliconia*

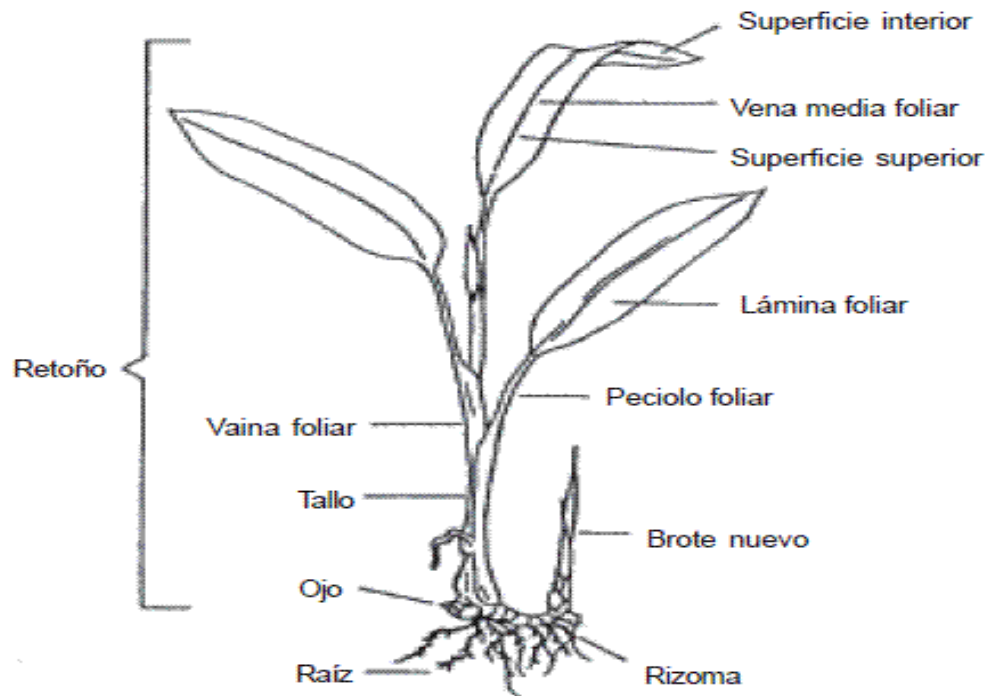
Una de las especies más importantes es *Heliconia psittacorum*, denominada comúnmente como pico del loro, originaria en la Costa de Guyana. Es caracterizada por ser pequeña y semejante a la planta ave de paraíso. Florece durante todo el año, sus flores son amarillas verdosas con manchas negras cerca

²⁰ CV, Sheela. Heliconia. En: Flowers for trade. (Flores para el comercio). [En línea]. Pitampura New Delhi. 2008. p. 193-210. [Consultado el 28 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: https://books.google.com.co/books?id=RGa2VeA8HiMC&pg=PA196&dq=CV,+Sheela.+Heliconia.+En:+Flowers+for+trade.&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwicmoXm_v3eAhWi2YMKHTdcARUQ6AEIKzAA#v=onepage&q=CV%2C%20Sheela.%20Heliconia.%20En%3A%20Flowers%20for%20trade.&f=false

²¹ KRESS, Jhon, BETANCUR, Julio y ECHEVERRY, Beatriz. Morfología del género heliconia. En: Heliconias: Llamadas de la selva colombiana. 2 Ed. Bogotá D.C.: Cristina Uribe. 2004. p. 27-28. ISSN 958-95783-3-0. [Consultado: 29 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: https://books.google.com.co/books?id=FpfNN_9D1b0C&pg=PA14&dq=morfolog%C3%ADa+de+heliconia&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi80LTR2freAhWy1FkKHAd3CnAQ6AEIKTAA#v=onepage&q&f=false

del ápice y generalmente no superan una altura de 1-2m.”²²

Figura 1. Morfología del género *Heliconia*



Fuente. Cultivo del género de la *Heliconia*, 2013.

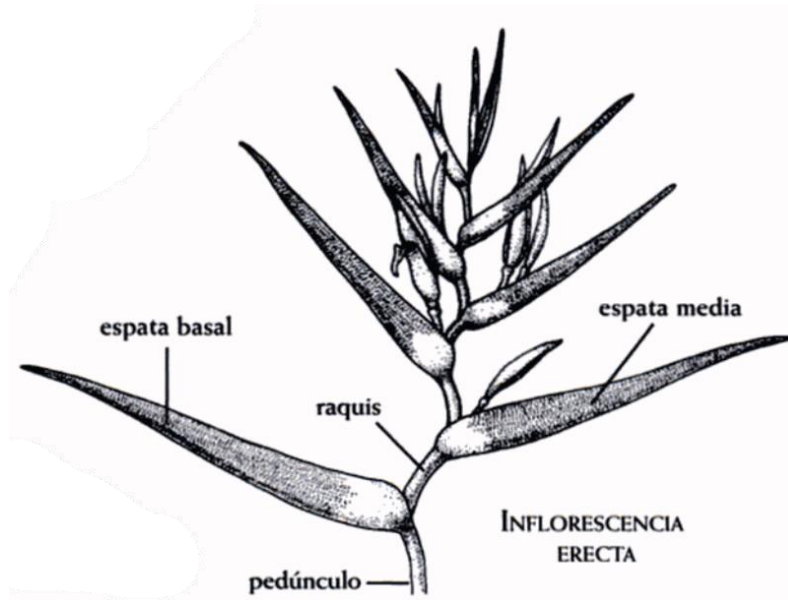
Con respecto a la inflorescencia Kress *et al.*²³ indican que es el órgano más vistoso de la planta y presenta las características morfológicas más importantes para clasificar las especies; por lo general es terminal originándose desde el ápice del pseudotallo, exceptuando el caso de *H. birsuta* y *H. metallica* que salen desde un vástago basal, sin hojas. Las inflorescencias pueden ser erectas, colgantes y rastreras en el caso de *H. lentiginosa*; además, éste órgano (inflorescencia) está compuesto por un pedúnculo, varias brácteas cincinales o espatas y un eje principal llamado raquis. El pedúnculo permite la unión con el vástago, mientras que el raquis conecta las brácteas cincinales entre sí. La figura 2, muestra las

²² CV, Sheela. Op. Cit., p. 195.

²³ Ibid., p. 29.

partes de la inflorescencia.

Figura 2. Morfología de la inflorescencia de *Heliconia*

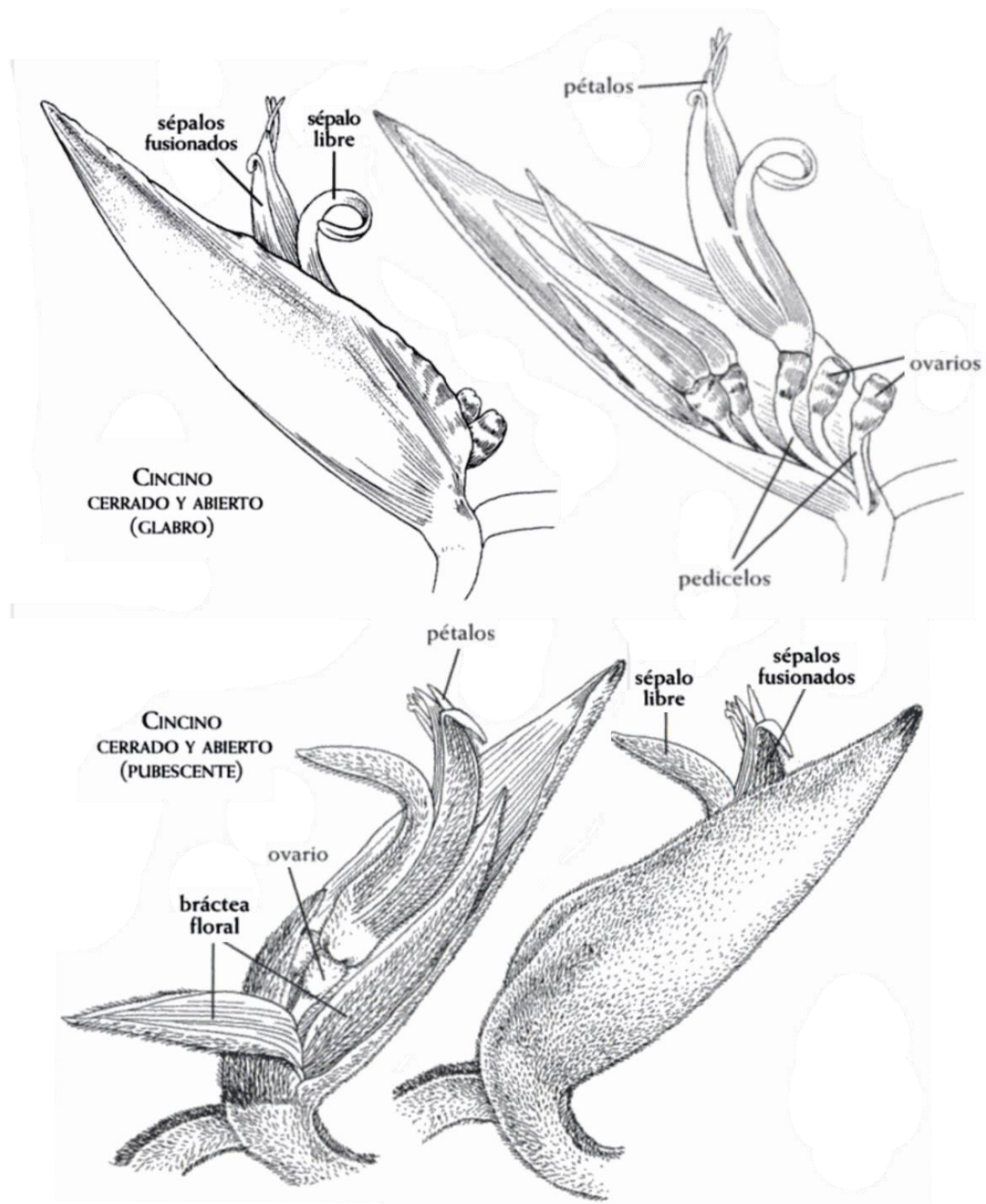


Fuente. Heliconias. Llamaradas de la selva colombiana. Kress, J.; Betancur, J. & Echeverri, B. 1999.

Kress *et al*²⁴ mencionan que generalmente las espatas poseen entre 5 a 50 flores, aglomeradas en su cincino o axilas, cada flor acompañada por una bráctea floral. Algunas espatas están cubiertas por pelos y además de estos pueden tener un indumento parecido a la cera. Las flores son completas, es decir, están compuestas por dos verticilos de tres hojas modificadas cada uno, los sépalos y los pétalos, los cuales se encuentran unidos entre sí, formando un tubo, pero en el momento de la antésis o apertura de la flor se libera uno de los sépalos. En la imagen 3 se aprecia la estructura detallada de la inflorescencia.

²⁴ Ibid., p. 30-31.

Figura 3. Morfología de la flor de Heliconia



Fuente. Heliconias. Llamaradas de la selva colombiana.

Por otra parte, Ospina y Jaramillo²⁵ reportan la clasificación teniendo en cuenta el tamaño; grandes: altura de 4 a 6 metros e inflorescencias de más de 30 cm; medianas con altura de 2 a 3 metros e inflorescencias desde 30 cm y pequeñas aquellas cuya altura no sea más de 1.20 metros e inflorescencias de 5 a 12 cm.

5.2. TAXONOMÍA DEL GÉNERO *Heliconia*

Cronquist²⁶ han descrito la taxonomía para *Heliconia psittacorum* L. f. de la siguiente manera:

Clase: Equisetopsida C. Agardh

Sub-Clase: Magnoliidae Novák ex Takht.

Súper-Orden: Liliales Takht.

Orden: Zingiberales Griseb.

Familia: Heliconiaceae Nakai

Género: *Heliconia* L.

Especie: *psittacorum*

²⁵ OSPINA JARAMILLO, Luciano y PIÑEROS CIFUENTES, Jaime Alberto. Desarrollo de un modelo productivo de heliconias (Género Zingiberales) para la zona cafetera de Caldas. [PDF]. Bogotá D.C. Universidad de la Salle. Facultad de Empresas Agropecuarias. 2006. p. 30. [Consultado: 30 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/5168/T12.06%20O6d.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

²⁶ CRONQUIST. Clasificación de las angiospermas [en línea]. (1981). [Consultado: 30 de noviembre de 2018]. Disponible en: http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/botanica_sistematica2/arboles%20de%20Cronquist.pdf

Figura 4. Inflorescencia de *Heliconia Psittacorum*



5.3. ESTUDIOS REALIZADOS EN LA POS-COSECHA DE *Heliconia*.

Alcalá & Palacios²⁷ evaluaron la vida pos-cosecha en *Heliconia bihai* L., sometiendo las plantas a riego antes de la cosecha de sus flores; a su vez, evaluaron el efecto de dos antitranspirantes comerciales a diferentes concentraciones (0, 0.5 y 1%), sustancias que aumentan la vida en florero debido

²⁷ ALCALÁ, Andrés B. y PALACIOS, José V. Riego y uso de antitranspirantes sobre la vida pos-cosecha de *Heliconia bihai* L. [En línea]. En: Anales Científicos. Julio de 2017, vol. 78, no. 2, p. 225-231. [Consultado el 21 de noviembre de 2018]. Disponible en Internet: <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1060>

a que disminuyen el porcentaje de pérdida de agua a través de la transpiración; aplicados antes y después de la cosecha. De lo cual, concluyeron que someter a riego las plantas antes de realizar la cosecha y la posterior aplicación de los antitranspirantes en dosis del 1% en la pos-cosecha de la flor reduce la pérdida de peso y los daños, aumentando el tiempo de comercialización y la vida útil de las inflorescencias.

Jacome, Gomez Y Trejo²⁸ valoraron el efecto de dos concentraciones de Aluminio (0,3 y 0,6 mm) en la pos-cosecha de tallos florales de *Heliconia psittacorum* Lf cv. *andrómeda*; encontrando que el suministro de 0,6 mm de aluminio registra el menor porcentaje de pérdida de peso en los tallos. Aun así, resaltaron los efectos positivos de las dos dosis utilizadas en la pos-cosecha de los tallos florales.

Por otra parte, Leyva et al²⁹. en su investigación para evaluar el efecto de hidrogel Carbopol 940® y tres sustancias (ácido cítrico a 200 ppm, Crystal clear (Floralife®, Inc.) y sacarosa al 3 %) en el agua de florero para rosas (*Rosa* spp.) variedad “Luto de Juárez”, y heliconias (*Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* Aristeguieta var. *Golden Torch Adrián*); determinaron que dichas sustancias no presentaron efectividad sobre la durabilidad de las especies analizadas; sin embargo cabe resaltar de este estudio la mayor resistencia a la pérdida de humedad y vida en florero a través del tiempo para la *Heliconia* comparado con los tallos de rosa.

Beleño, Cantillo y Rodríguez³⁰ mencionan que la durabilidad de la inflorescencia

²⁸ JÁCOME-CHACÓN, María de los Ángeles, GÓMEZ-MERINO, Fernando C. y TREJO-TÉLLEZ, Libia I. El aluminio afecta la vida de florero de *Heliconia psittacorum*. [PDF]. 2015. p. 80-88. [Consultado: 14 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias-BIO-T_I/Handbook_Biologia_y_Agronomia_T1_V1_89_97.pdf

²⁹ LEYVA O., Op. Cit., p. 551 – 559.

³⁰ BELEÑO S. Jairo, CANTILLO, M., Milena y RODRIGUEZ L., Marilyn. Estudio de factibilidad de producción y exportación de flores exóticas amigables con el medio ambiente en la ciudad de Santa Marta. [PDF]. Tesis posgrado Especialista en Gerencia Financiera. Santa Marta. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de ciencias económicas. Especialización en gerencia financiera. 2009. p. 22-24. [Consultado el 29 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/1689/T164.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

está relacionada con la hora de corte en el cultivo, para el caso de *H. Psittacorum*, aquellas cosechadas a las 08:00 am presentaron una durabilidad de 23 días en comparación a las cortadas a la 1:00 pm con durabilidad promedio de 16.3 días.

En Colombia; Mejía Y Rodríguez³¹ con el objetivo de mejorar la calidad y durabilidad de *Heliconia Ortotrycha limón*, evaluaron el efecto de la aplicación de aceites (Aceite Mineral Blanco, Aceite Mineral Blanco con Agua, y Glicerina) en la pos-cosecha, realizando medidas de los daños en las brácteas; a lo cual concluyeron que el maquillaje de la inflorescencia con aceite mineral blanco mejora la calidad y por ende el tiempo de durabilidad en las especies evaluadas.

5.4. ESTUDIOS REALIZADOS EN LA CONSERVACIÓN DE OTRAS ESPECIES TROPICALES.

En Zingiber *Spectabile* (conocida como ginger colmena) Vázquez³² evaluó los efectos de cuatro giberelinas (AG₃ 00, 50, 100 y 200 mg*L⁻¹) y tres citocinas (BA 00, 100 y 200 mg*L⁻¹) en su pos-cosecha a dos temperaturas (10 y 15 °C). Determinó que en temperaturas de 10 °C se presentaron mayores contenidos de clorofila, las inflorescencias pierden menos peso y consumen mayor cantidad de agua; las giberelinas no presentaron incidencias en el peso en fresco y consumo de agua, en tanto que las citosinas generaron mayor peso en fresco y en consumo de agua no hubo diferencias significativas.

³¹ MEJIA GIRALDO, Luis Miguel y RODRIGUEZ, Yenny Marcela. Efectos de la aplicación de aceites en fase pos-cosecha sobre la calidad y durabilidad de la Heliconia. [PDF]. En: Sophia. Marzo de 2006, no. 2. p, 21-29. [Consultado: 30 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/pdf/4137/413740745003.pdf>

³² VAZQUEZ H., Julio Cesar. Manejo pos-cosecha de Maraca (Zingiber Spectabile). [PDF]. Tesis para adquirir el título de Maestro en ciencias en Horticultura. Chapingo, México. Universidad Autonoma de Chapingo. Departamento de Fitotecnia. 2013, p. 24-69. [Consultado: 27 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISMCH2013121010128178.pdf>

Nascimento *et al.*³³ evaluaron el impacto de reguladores de crecimiento como el ácido giberélico (144µM) y la espermina (2 µM) en la calidad pos-cosecha de las flores de corte *Anthurium andraeanum* cv. Arizona; los compuestos se aplicaron mediante pulverización de manera separada o en combinación en las inflorescencias antes de ser almacenadas a 20°C, y se evaluaron durante 12 días. Como resultado obtuvieron que la combinación de los dos reguladores de crecimiento extendió la vida en florero y le permitió a las inflorescencias mantener una calidad comercial; por otro lado, evidenciaron que los tratamientos aumentaron el contenido de fenoles, la actividad de la polifenol oxidasa, peroxidasa y la superóxido dismutasa. De modo que la combinación del ácido giberélico y la espermina son adecuados para los procesos pos-cosecha acortando la senescencia en flores cortadas de *Anthurium* almacenadas a los 20°C.

Paull y Theeranuch,³⁴ determinaron la vida en florero en plantas ornamentales tropicales utilizando benciladenina (BA, 100 mg L⁻¹), para sumergir las inflorescencias o para atomizarlas. De las flores evaluadas *Anthurium andraeanum*, *Heliconia psittacorum* cv. 'Andrómeda', *H. chartacea* cv 'Sexy Pink', *Alpinia purpurata* presentaron una prolongación de su vida útil; en tanto que *Strelitzia reginae*, *Zingiber spectabilis* y *Dicranopteris linearis* no tuvieron efecto del compuesto.

5.5. POS-COSECHA DE FLORES TROPICALES.

³³ NASCISMO SIMONES, Adriano do; BANDEIRA DINIZ, Nathalia; SILVA VIEIRA, Marcos Ribeiro da; FERREIRA SILVA, Sergio Luiz; SILVA, Mônica Bartira da; MINATEL, Igor Otávio y PEREIRA LIMA, Giuseppina Pace. Impact of GA3 and spermine on postharvest quality of anthurium cut flowers (*Anthurium andraeanum*) cv. Arizona. En: Scientia Horticulturae. Noviembre de 2018. Vol. 241. p. 178-186. [Consultado: 30 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://www.sciencedirect.com/bdatos.usantotomas.edu.co/science/article/pii/S0304423818304874>

³⁴ PAULL, Robert E.; THEERANUCH CHANTRACHIT. La benciladenina y la vida en florero de las plantas ornamentales tropicales. En: Postharvest Biology and Technology. Febrero 2001. Vol. 21, no. 3, p. 303-310. [Consultado: 30 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://www.sciencedirect.com/bdatos.usantotomas.edu.co/science/article/pii/S0925521400001538>

Los factores a tener en cuenta en el manejo pos-cosecha de flores tropicales son “Hidratación, lavado, desinfección, enjuague, antitranspiración y empaque”³⁵, paralelo a ello Pardo³⁶ presenta como factores influyentes en la calidad pos-cosecha de las inflorescencias, el bloqueo vascular, el balance hídrico, la actividad de fitohormonas (etileno) y amarillamiento de follaje. Algunos aspectos que afectan a las flores tropicales son: “la madurez de la flor, temperatura, suministro de nutrientes, exposición a luz, suministro de agua, calidad del agua, daño mecánico y enfermedades.”³⁷ Las anteriores causas están relacionadas entre sí por metabolismo propio de la planta y factores externos tanto de ambiente como de manejo de la inflorescencia.

Según Agro tropical³⁸, la cosecha de flores tropicales se debe realizar antes de las 10:00 am para evitar la deshidratación de estas a causa de temperaturas elevadas. Si se considera necesario, las puntas quebradas o maltratadas se pueden cortar y las flores deben ser removidas. Es importante evitar la excesiva manipulación de las inflorescencias después del corte para reducir los daños.

REID³⁹, indica que la temperatura para la conservación de flores tropicales como aves del paraíso, orquídeas, anturios, ginger y heliconias debe ser superior a 10°C para evitar el deterioro de la calidad; es por esto necesario tomar medidas de prevención en las cargas de transporte mixto, es decir, flores de clima tropical y frío, puesto que los parámetros de temperatura para la conservación de estas son diferentes y por lo tanto la cadena de frío genera daños en las inflorescencias

³⁵ Fedexport. Citado por MIDENCE MATUTE, Op. Cit., p. 30. Héctor Eugenio. Estrategia de comercialización para flores tropicales microempresa “Flolexport”. Tesis de pregrado Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente. Honduras. Universidad Zamorano. 2003. p. 7. [Consultado el 21 de noviembre de 2018]. Disponible en Internet: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1977/1/IAD-2003-T015.pdf>

³⁶ PARDO CARRASCO, Fabio Alejandro. Estado del arte de la pos-cosecha de las flores en Colombia. [PDF]. Trabajo de grado presentado para optar el título de Especialista en Horticultura. Bogotá. D.C. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Escuela de posgrado 2010. p. 9-23. [Consultado: 30 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://bdigital.unal.edu.co/56329/1/07793071.2010.pdf>

³⁷ Proexag. Citado por MIDENCE MATUTE, Op. Cit., p. 6.

³⁸ Agrotropical. Citado por MIDENCE MATUTE, Op. Cit., p. 30.7.

³⁹ REID, Michael. Pos-cosecha de las flores cortadas: Manejo y recomendaciones. Estados Unidos. Ediciones Hortitécnia Ltda. 2009. CA, 95616.

tropicales; dicho fenómeno se puede contrarrestar empacando las flores tropicales en cajas que contengan abundante material aislante de temperatura (periódico).

En el transporte es importante mantener una humedad entre 90 y 95% para prevenir el deterioro de los tejidos, además, Socha⁴⁰ resalta la importancia de realizar esta actividad en grupos máximo de seis inflorescencias para evitar el maltrato.

Por motivos de demoras en el transporte o temperaturas altas algunas plantas se marchitan, estas deberán sumergirse en agua a temperatura ambiente durante 20 o 30 minutos antes de ser exhibidas. Por otro lado, Midence⁴¹ afirma que es necesario cortar 3 centímetros del tallo de las flores después de ser transportadas a su lugar de destino y simultáneamente suministrarles agua con cloro para su hidratación retardando su deterioro por microorganismos.

5.6. DETERMINACIÓN DE ÁREA FOLIAR MEADIANTE IMÁGENES DIGITALES

Rincón, Olarte y Pérez⁴² hacen mención de la existencia de equipos automáticos utilizados para la determinación de área foliar que constan de cámaras de video o scanners acoplados a computadores con software especializado para el análisis de imágenes tales como IMAGE, AIDA, ADCIS, INTA; estos son usados en la investigación agrícola, no obstante son muy costosos y de escasa disponibilidad; a diferencia del uso de cámaras web o incorporadas en computadores, teléfonos

⁴⁰SOCHA CARDENAS, Gildardo. Plan de negocios para la producción y comercialización de heliconias en el departamento del Casanare. Tesis de Tecnólogo en Horticultura. Bogotá. Universidad Militar Nueva Granada. 2016. p. 18

⁴¹ Producciones del Sur. Citado por MIDENCE MATUTE, Op. Cit., p. 7-8.

⁴² RINCÓN GUERRERO, Natalia; OLARTE QUINTERO, Manuel Andrés y PÉREZ NARANJO, Juan Carlos. Determinación del área foliar en fotografías tomadas con una cámara web, un teléfono o una cámara semiprofesional. [PDF]. En: Rev. Nac. Agron. Mayo de 2012. vol. 65, no. 1. p. 6399-6405. [Consultado: 27 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/30766>

celulares que permiten la captura de imágenes con una resolución razonable, que pueden ser analizadas mediante software libre en internet como *ImageJ*, que con precisión y economía, permite la determinación del área de objetos estableciendo una referencia de tamaño conocido.

7.7 DETERMINACIÓN DE ÁREA FOLIAR AFECTADA

7.7.1. INCIDENCIA

Según French & Theodore⁴³, “Es el número de plantas afectadas, expresado como porcentaje del número total.”, también es definida por Pita, Pértegas y Valdés⁴⁴ como “el número de casos nuevos de una enfermedad que se desarrollan en una población durante un periodo de tiempo determinado. Hay dos tipos de medida de incidencia: la incidencia acumulada y la tasa de incidencia.”

Pita, Pértegas y Valdés⁴⁵ dicen que la incidencia acumulada hace referencia a la porción de individuos afectados en un tiempo específico, se determina mediante la ecuación (1), la cual indica una estimación de la probabilidad de que un individuo libre de cierta enfermedad la desarrolle en un determinado tiempo, el resultado se expresa en porcentaje y en su interpretación debe ir acompañada del periodo de observación.

$$IA = \frac{\text{Número de casos nuevos de una enfermedad durante el seguimiento}}{\text{Total de población en riesgo al inicio del seguimiento}}$$

Ecuación 1. Incidencia Acumulada.

⁴³ Ibid. p. 190.

⁴⁴ PITA FERNÁNDEZ, S.; PÉRTEGAS DÍAZ, S. Y VALDÉS CAÑEDO, F. Medidas de frecuencia de enfermedad. [online] 20/04/2004 [citado 01 mayo 2017] España.

⁴⁵ Ibid. p. 2.

Así mismo Pita, Pértegas y Valdés⁴⁶ aseguran que la tasa de incidencia o densidad de incidencia proporciona una estimación con mayor precisión puesto que utiliza toda la información disponible, se halla mediante la ecuación (2) que representa el número de casos nuevos de una enfermedad durante el seguimiento entre la suma de todos los tiempos individuales de observación, este denominador preferiblemente se mide en años y es llamado tiempo en riesgo, que para cada individuo indica el tiempo en el cual se encuentra libre de una enfermedad y por lo tanto en riesgo de contraerla. (Sauceda, Lugo, Villaseñor *et al.* 2015)

$$ID = \frac{\text{Número de casos nuevos de una enfermedad durante el seguimiento}}{\text{Suma de los tiempos individuales de observación}}$$

Ecuación 2. Tasa de incidencia

5.6.1. SEVERIDAD

French y Theodore, 1980; mencionan que la severidad “Es la porción de tejido de las plantas afectadas expresado como porcentaje del área total.”⁴⁷ Se registra cero en esta valoración en caso de que haya ausencia de incidencia.

Sauceda *et al.*⁴⁸, mencionan que existen métodos visuales para conocer los porcentajes de área afectada mediante escalas o claves pictográficas que representan al aumento progresivo del efecto y muestran una serie de imágenes de la planta o partes de la misma con diferentes niveles de gravedad de los síntomas. Estos métodos generalmente arrojan un margen de error de manera que son de menor confiabilidad, sin embargo son muy utilizados debido a su rapidez, sencillez y bajo costo.

⁴⁶ Ibid. p. 2.

⁴⁷ ICA. Buenas prácticas agrícolas. p. 22

⁴⁸ SAUCEDA. Op. Cit., p. 427.

Así mismo Saucedo *et al.*⁴⁹ en el año 2015 afirma que; un órgano vegetal afectado por síntomas de senescencia se puede determinar e identificar con mayor precisión mediante técnicas para el procesamiento y análisis de imagen digital. Estas son útiles para desarrollar escalas diagramáticas y permiten conocer el número, tamaño, color y forma de los daños; realizando una evaluación objetiva de la severidad.

La ecuación 3 permite hallar el número de lesiones por cm² y la ecuación 4 permite calcular la severidad.

$$LPC = \frac{NTL}{AS}$$

Ecuación 3. Número de lesiones por cm².

Donde LPC es el número de lesiones por cm², NTL es el número total de lesiones y AS es el área foliar. La severidad se hallará mediante la ecuación 4

$$MED (\%) = \frac{AD}{AS} * 100$$

Ecuación 4. Porcentaje real de área foliar dañada

Mediante la cual MED, % es el porcentaje real de área foliar dañada por la enfermedad, AD es el área dañada y AS el área foliar.

⁴⁹ Ibid. p. 428.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. MATERIA PRIMA Y MATERIAL.

Las flores se obtendrán antes de las diez de la mañana en la finca Punta de Etin en Cumaral-Meta, donde la altitud es de 452 m.s.n.m.; la latitud de 4°15'47.3" y la longitud de 73°28'12.1. Se tomarán 48 flores de la especie *Heliconia psittacorum*. que se encuentren en su punto de corte, es decir, "con las primeras dos o tres brácteas apicales abiertas"⁵⁰

Para el proceso de cosecha se desinfectarán las tijeras podadoras "con hipoclorito de sodio al 5% en proporción 1:9."⁵¹ El corte se efectuará a nivel del suelo y los tallos florales se ubicarán en grupos de 10 bajo la sombra para ser trasladados al área de adecuación.

Una vez allí se retirarán todas las flores, se dejará solo una hoja por tallo y los tallos se cortarán dejando una longitud de 85 cm entre la inflorescencia y la zona cortada. Se sumergirá la totalidad de la inflorescencia (incluyendo el tallo) en agua con hipoclorito de sodio al 0.02% por un tiempo de 30 segundos. Finalmente, las inflorescencias serán envueltas en papel periódico húmedo previamente esterilizado y se empacarán en cajas de tabaco para ser trasladadas a la instalación donde se llevará a cabo el estudio.

La instalación está ubicada en el barrio Montoya Pava del municipio de Granada, Meta; la zona tiene una latitud de 3°32'58.72"N y una longitud de 73°42'37.83"O. A ésta se le adecuará la iluminación con el objetivo de garantizar iluminación durante el día y la noche.

⁵⁰ Ibid. p. 30.

⁵¹ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Op. Cit., p. 30.

6.2. EXPERIMENTOS DE HIDRATACIÓN

Se efectuó un corte diagonal en el tallo de cada flor dejando la longitud de 85 cm de largo entre la inflorescencia y el punto cortado, adicionalmente se marcaron los tallos indicando el tratamiento y la repetición. La inflorescencia se dispuso en posición vertical en recipientes de vidrio de 40 cm de largo y 10 cm de diámetro, siendo sostenidas por icopores ubicados en el extremo superior del recipiente; además sobre cada inflorescencia se dejó un metro para tener una medida de referencia. Cada recipiente se ubicó a una distancia de diez centímetros a lo ancho y 50 cm a lo largo. La cámara fotográfica estará sostenida por un trípode a una altura de 80 cm y a 15 cm de la inflorescencia.

Los tratamientos a los que serán sometidas las inflorescencias son los siguientes:

- Testigo (sin hidratación) o H_0
- 400 mL de agua o H_1
- 400 mL de agua con una concentración de 0.02% de hipoclorito de sodio o H_2
- 400 mL de agua con una concentración de 0.01% de glucosa o H_3

Los tratamientos se ubicaron al azar y el agua utilizada fue potable.

De las inflorescencias cosechadas 12 fueron sometidas a los tratamientos mencionados anteriormente para llevar un registro diario del peso en fresco durante los 15 días del estudio, así mismo se tomaron registros de la temperatura y la humedad relativa del lugar tres veces al día (mañana, medio día y noche).

En lapsos de 24 horas se tomó registros fotográficos de las dos caras de cada inflorescencia.

6.3. PROCESAMIENTO DE LAS IMÁGENES

El nombre de las imágenes fue modificado por el del rotulo otorgado a cada inflorescencia, luego se procesaron en el programa libre **ImageJ** mediante tres etapas, tomando como base la ruta manejada por Saucedo *et al.*⁵²

- Etapa 1: Adecuación de las imágenes.
Se establecio la escala teniendo en cuenta la medida de referencia (*Analyze/ Set Scale*). Se cortó la imagen dejando visible únicamente las brácteas y se borrara aquello que pueda interferir en el procesamiento de la imagen.
- Etapa 2: Cálculo del área total de las brácteas.
Se binarizo las imágenes (*Process/ Binary/ Make Binary*) y luego se midió el área total (*Analyze/ Measure*).
- Etapa 3: cálculo del área afectada por daños en la senescencia.
Se segmento las imágenes con base a umbrales aplicados a los espacios de color (*Image/ Adjust/ Color Threshold*). En este proceso se modificó los valores de tono, saturación y brillo con la finalidad de mejorar la representación del color de los pixeles de la imagen, de modo que la identificación y localización de los daños se facilitó. Los valores mínimos y máximos utilizados fueron: para el tono 0 y 255, para la saturación 0 y 148 y para el brillo 0 y 115; se seleccionó el área resaltada para medir el área afectada por los daños (*Analyze/ Measure*).

El número de daños por cm² se calculó con la ecuación 3.y se determinó la incidencia a cada grupo de heliconias mediante la ecuación (2). Los resultados se

⁵² SAUCEDA ACOSTA, *et al.*, Op. Cit., p. 429-430.

registraron en un archivo de Excel.

6.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado de una sola vía con medidas repetidas

- Variables respuesta:
Porcentaje real de área dañada en la bráctea por efecto de la senescencia (MED), y el número de lesiones por cm² presentes en las brácteas de las heliconias ocasionados por la degradación natural (LPC).

Las mediciones se expresaron mediante análisis de fotografías tomadas a las brácteas; las cuales fueron procesadas a escala mediante el programa ImageJ del cual también se obtuvo el área total y el área dañada de las brácteas.

- Factor:
El factor fue la hidratación de las heliconias, la cual está compuesta por cuatro niveles: sin hidratación, hidratación con agua, hidratación con agua y sustancia bactericida, hidratación con agua y solución nutritiva.
- Medidas repetidas:
Las imágenes a analizar se obtuvieron durante quince días; dos por planta, una tomada desde la parte delantera y otra desde la parte trasera.

Se analizó la interacción entre las variables respuesta de modo que la media global se encontrara relacionada con el efecto de la hidratación y el efecto del tiempo, como lo representa la siguiente ecuación:

$$A_{ij} = \mu + T_i + \pi_j + e_{ij}$$

En donde, μ es la media global y T_i es el efecto de la hidratación.

La evaluación de la interacción se expresó mediante curvas de crecimiento de las variables respuesta

6.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

A los resultados obtenidos en el experimento se les realizó una exploración gráfica (Gráfica 1, 2, 3 y 4), la cual indica el comportamiento de las variables a evaluar según los tratamientos de hidratación a través del tiempo. Posteriormente se realizó el análisis de varianza de medidas repetidas para cada variable estableciendo los tratamientos de hidratación, el posible cambio simultaneo a través del tiempo y la correlación de cada individuo en el tiempo.

El ANOVA demostró el comportamiento de cada uno de los individuos, indicando si se observan o no cambios en la hidratación, en el tiempo y en la interacción entre hidratación-tiempo; de modo que si alguno de estos no fue significativo se procedió a corregir el modelo omitiendo la interacción.

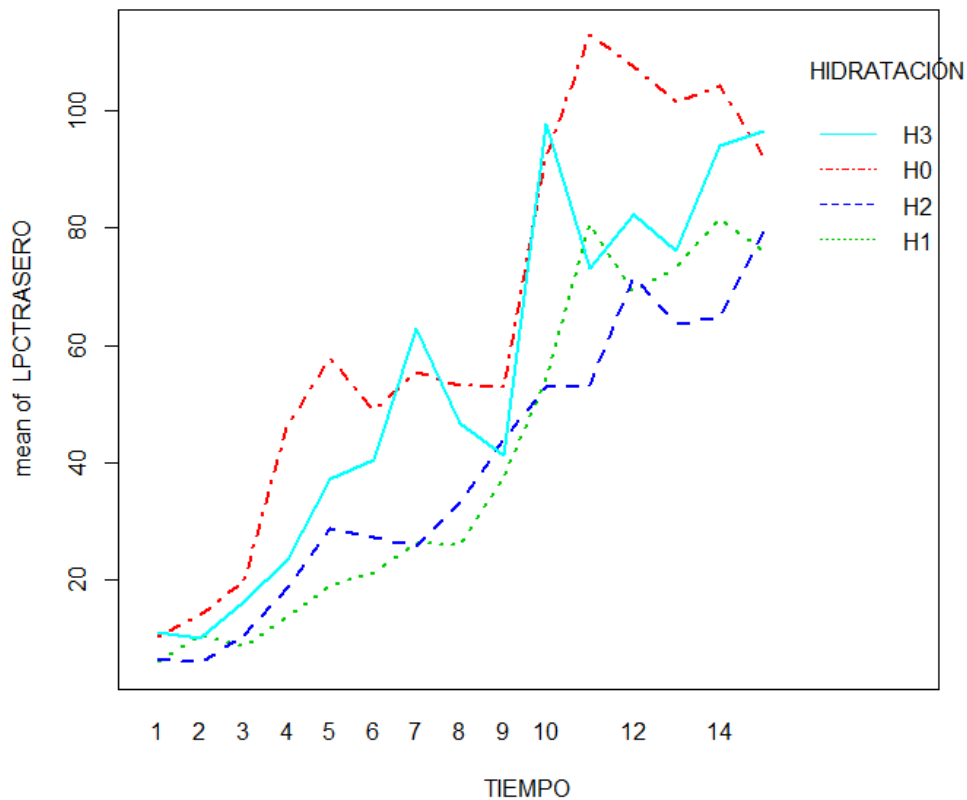
7. RESULTADOS

La temperatura ambiental durante el desarrollo del experimento osciló entre 25.9 y 31.1°C y la humedad relativa entre 46 y 75%. Los tratamientos evaluados recibieron los siguientes nombres

- Sin hidratación: H_0
- Agua: H_1
- Agua con una concentración de 0.02% de hipoclorito de sodio: H_2
- Agua con una concentración de 0.01% de glucosa: H_3

La gráfica 1 expresa el comportamiento de la variable LPC trasero (lesiones por centímetro cuadrado) según los grupos de hidratación y el tiempo.

Gráfica 1. Comportamiento de la variable LPC trasero en los tratamientos



De la gráfica 1 se observa que en todos los grupos a medida que transcurre el tiempo la variable va cambiando de forma ascendente y en este lapso existen algunos picos bajos, además, pareciera que los cambios entre los grupos de hidratación también son diferentes entre sí, es decir, H_0 y H_3 presenta un crecimiento marcado más alto y H_2 y H_1 denotan un crecimiento algo similar y menor; Las lesiones por centímetro cuadrado más severas se encuentran en H_0 y H_3 .

Es así como se realizó un análisis de varianza de medidas repetidas para la variable LPC trasero con el motivo de verificar las observaciones con respecto a la gráfica 1, en este análisis se consideraron los cambios en la hidratación, los cambios en el tiempo y la posible interacción entre el tiempo y la hidratación. La tabla 1 presenta los resultados del análisis, en donde no existe una interacción entre el tiempo y la hidratación.

Tabla 1 ANOVA para la variable LPC trasero con interacción hidratación-tiempo

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)
HIDRATACIÓN	3	59670	19890	14.549	4.45e-09
TIEMPO	14	425435	30388	22.228	<2e-16
HIDRATACION-TIEMPO	42	31879	759	0.555	0.99
RESIDUALS	472	645288	1367		

Con respecto a la información de la tabla 1 se evidencia que tanto en la hidratación como en el tiempo se observan cambios pero en la evolución hidratación-tiempo no se observa cambios, es decir, según el tiempo la variable LPC va cambiando para cada hidratación, pero el comportamiento a través del tiempo es básicamente el mismo en cada uno de los grupos de hidratación, todos cambian de la misma forma a través del tiempo; de modo que la interacción no es significativa; y por tal motivo se corrigió el modelo, omitiendo la interacción. La tabla 2 registra los resultados del análisis estadístico para LPC trasero con la corrección al modelo.

Tabla 2 ANOVA para la variable LPC trasero sin interacción hidratación-tiempo

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)
HIDRATACIÓN	3	59670	19890	15.10	1.98e-09
TIEMPO	14	425435	30388	23.07	<2e-16
RESIDUALS	514	677167	1317		

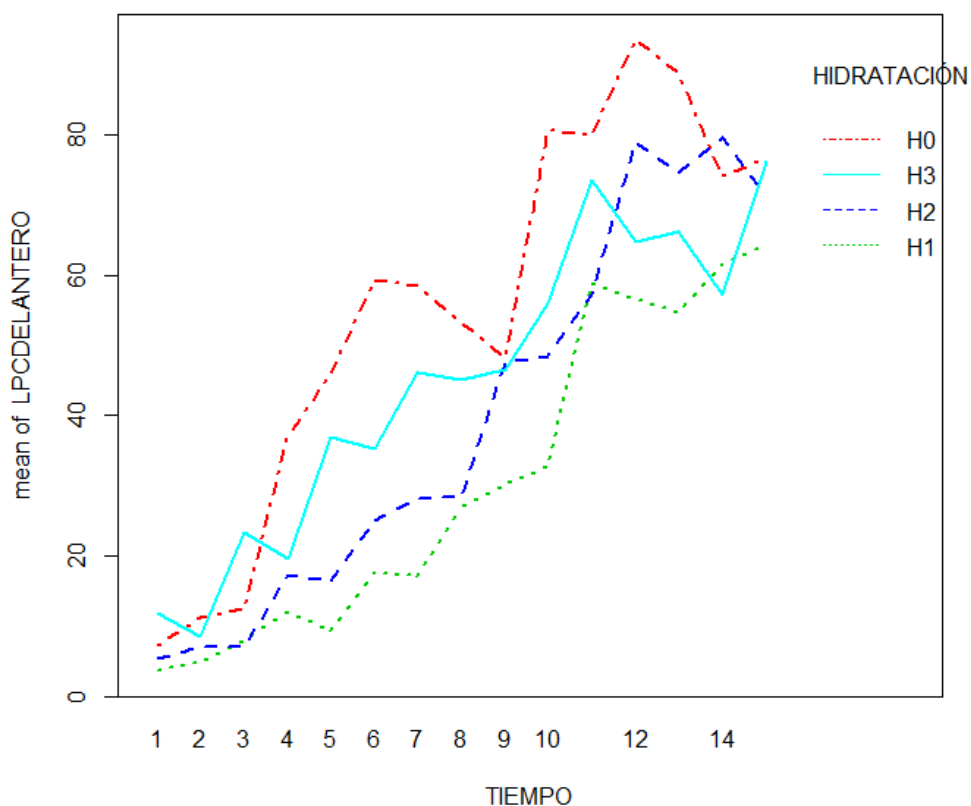
La tabla 2 demuestra que bajo el modelo corregido la hidratación es significativa y el tiempo también lo es, se observan cambios en la variable a través del tiempo y cambios en la variable según hidratación.

En la variable LPC trasero a través del tiempo (ver anexo 1), se presenta un aumento paulatino durante los primeros nueve días, pero hasta el día décimo en adelante existe una diferencia significativa en comparación al resto de días, adicionalmente el promedio general de lesiones por centímetro cuadrado en todas las brácteas sometidas a los diferentes tratamientos indican que en el primer día estas poseían un aproximado de 9 lesiones por centímetro cuadrado al día 10 de 74 y al día 15 de 86.

Por otro lado, se confirma lo observado en la gráfica 1 acerca del comportamiento de los grupos de hidratación (ver anexo 2). H_3 y H_0 son similares entre sí, pero presentan diferencias significativas con H_2 y H_1 , estos últimos también son similares entre sí; adicionalmente el orden ascendente de las lesiones por centímetro cuadrado es H_2 , H_1 , H_3 y H_0 .

La gráfica 2 representa el comportamiento de la variable LPC delantero.

Gráfica 2. Comportamiento de la variable LPC delantero en los tratamientos



En la gráfica 2 se observan cambios a través del tiempo, es decir, las lesiones por centímetro cuadrado van incrementando a medida que transcurre el tiempo en todos los grupos de hidratación; adicionalmente pareciera que no existieran diferencias significativas entre los grupos H_2 y H_3 , caso muy diferente a H_0 en donde se observa un comportamiento totalmente distinto a los demás grupos; por otro lado, se observa que H_1 es el grupo que menos lesiones por centímetro cuadrado presenta y H_0 el grupo que mayor afectación presenta por centímetro cuadrado. Con la finalidad de corroborar esta observación se realizó un análisis de varianza de medidas repetidas para la variable LPC delantero, considerando en primera instancia la interacción entre tiempo e hidratación, sin embargo, la interacción no fue significativa, razón por la cual se corrigió el modelo eliminando la opción de dicha interacción.

El análisis de varianza para LPC delantero, representado en la tabla 3 demuestra

que en la hidratación existen diferencias significativas, en el tiempo las diferencias también son significativas pero en la interacción entre hidratación y el tiempo no existe tal diferencia, es decir, no se comportan de forma diferente a través del tiempo.

Tabla 3 ANOVA para la variable LPC delantero con interacción hidratación-tiempo

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)
HIDRATACIÓN	3	42332	14111	19.558	5.75E-12
TIEMPO	14	295274	21091	29.233	<2e-16
HIDRATACIÓN-TIEMPO	42	25898	617	0.855	0.729
RESIDUALS	472	340534	721		

El nuevo modelo planteado que omite la interacción entre hidratación-tiempo se encuentra en la tabla 4, en donde se presenta diferencias significativas en la hidratación como en el tiempo.

Tabla 4 ANOVA para la variable LPC delantero sin interacción hidratación-tiempo

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)
HIDRATACIÓN	3	42332	14111	19.558	3.72e-12
TIEMPO	14	295274	21091	29.233	<2e-16
RESIDUALS	514	366432	713		

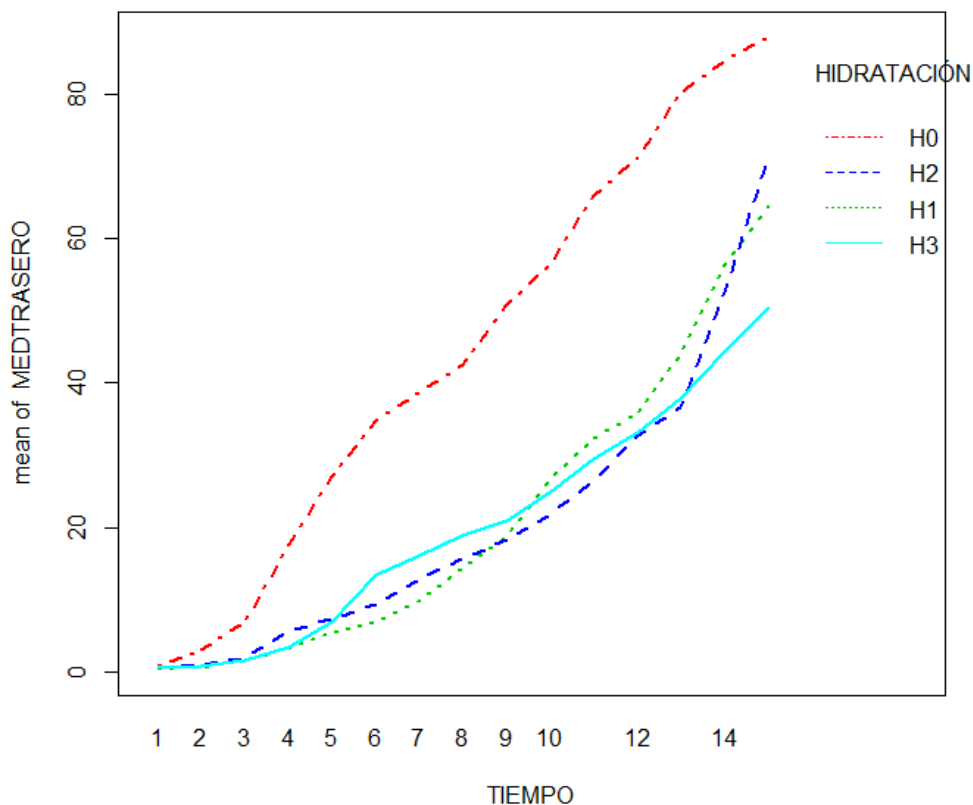
Los cambios que atraviesa la variable LPC delantero en transcurso del tiempo (anexo 3), indican un incremento paulatino de las LPC los primeros nueve días pero hasta el día décimo en adelante se presenta un cambio significativo de esta variable, de modo que en términos de promedio general de las LPC en todas las brácteas sometidas a los diferentes tratamientos al primer día contaban con 7 LPC, al día 10 con 54 y al 15 con 72.

El análisis de varianza confirma lo observado en la gráfica 2, en donde H_0

presenta un comportamiento muy diferente a los demás grupos, de la misma manera que H_1 , H_2 se comporta de una manera muy similar a H_3 ; y el orden de menor a mayor afectación por centímetro cuadrado es H_1 , H_2 , H_3 , y H_0 (ver anexo 4)

El comportamiento del porcentaje de área real dañada MED trasero está representado en la gráfica 3, en donde se observa que todos los grupos de hidratación presentan un crecimiento ascendente a medida que transcurre el tiempo, también se observa que el grupo H_0 es quien posee los valores de porcentajes de área real afectada más altos y pareciera que H_1 , H_2 y H_3 presentan un comportamiento muy similar.

Gráfica 3. Comportamiento de la variable MED trasero en los tratamientos



Con la finalidad de comprobar las apreciaciones realizadas a la gráfica 3 se realizó el análisis de varianza para la variable MED trasero representada en la tabla 5, en

el cual hidratación, tiempo y la interacción entre hidratación-tiempo presentan diferencias significativas, lo que quiere decir que existen cambios en el tiempo y que cada uno de los grupos de los tratamientos cambian de manera diferente.

Tabla 5 ANOVA para la variable MED trasero con interacción hidratación-tiempo

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)
HIDRATACIÓN	3	56937	18979	91.479	<2e-16
TIEMPO	14	231961	16569	79.860	<2e-16
HIDRATACIÓN-TIEMPO	42	19472	464	2.235	3.04e-5
RESIDUALS	472	97926	207		

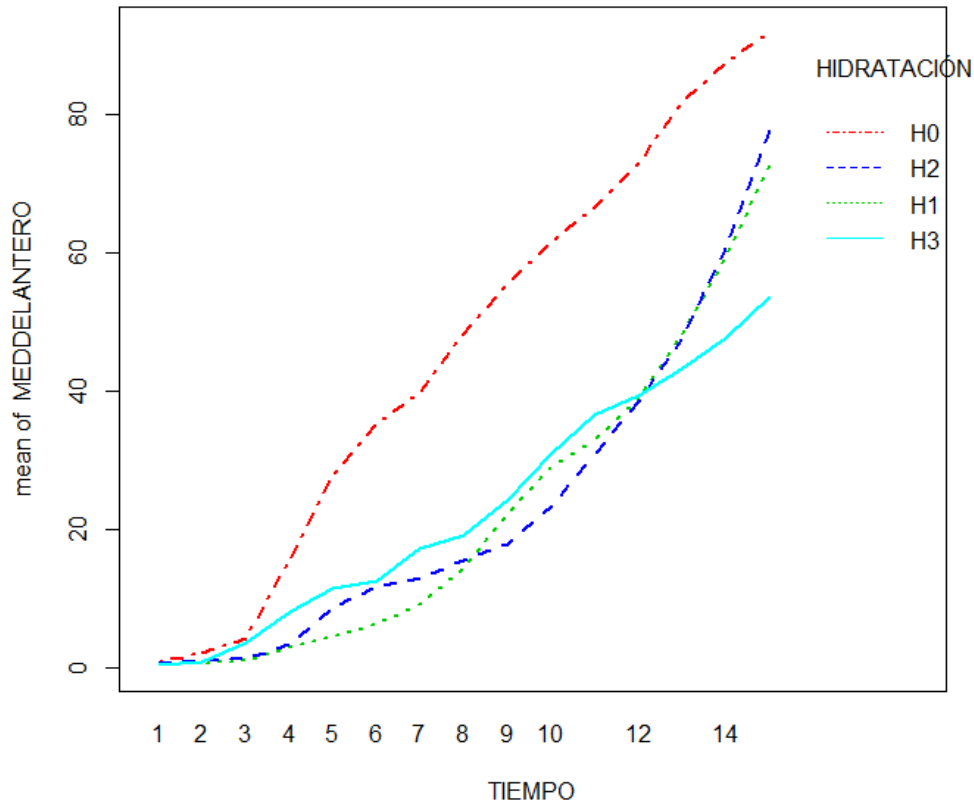
Como se había mencionado en relación a la gráfica 3, el análisis de varianza demuestra el incremento acelerado de H_0 con respecto a los demás grupos, de modo que en H_0 se presenta un cambio significativo del sexto día en adelante con respecto a los tres primeros días, en tanto que en H_1 lo presenta a partir del día 12 en relación a sus 6 primeros días, H_2 a su décimo tercer día en adelante respecto a los cuatro primeros días y H_3 a su décimo tercer día respecto a los cinco primeros días; (ver anexo 5). Cabe mencionar que el promedio del porcentaje real de área dañada más alto al cabo de los quince días fue el de H_0 , seguido de H_2 , H_1 y H_3 (87.756%, 71.386%, 64.440% y 50,50% respectivamente)

Adicionalmente, en el análisis de varianza realizado sin interacción del tiempo para MED trasero (ver anexo 6) se ratifica que H_1 , H_2 y H_3 presentan un comportamiento muy similar a diferencia de H_0 que se comporta totalmente diferente a las demás.

La variable MED delantero está representada en la gráfica 4, en donde se evidencia que posiblemente no existe diferencias significativas entre H_1 , H_2 , y H_3 ; mientras que a H_0 , presenta un crecimiento superior muy marcado con respecto a

las demás.

Gráfica 4. Comportamiento de la variable MED delantero en los tratamientos



La tabla 6 contiene los resultados del análisis estadístico para la variable MED delantero, en ella se observan diferencias en hidratación, diferencias a medida que transcurre el tiempo y diferencias entre la interacción hidratación-tiempo, es decir que todos los grupos se comportan diferente a través del tiempo, en particular H_0 .

Tabla 6 ANOVA para la variable MED delantero con interacción hidratación-tiempo

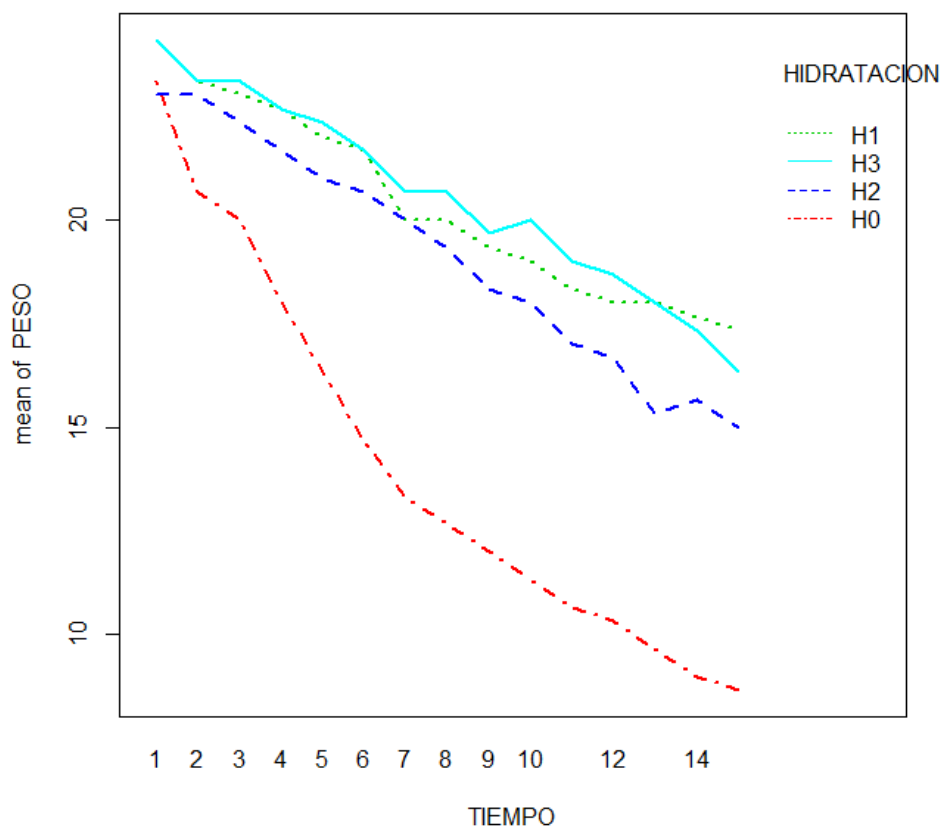
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)
HIDRATACIÓN	3	97452	32484	66.004	<2e-16
TIEMPO	14	503674	35977	73.101	<2e-16
HIDRATACIÓN-TIEMPO	42	38576	918	1.866	0.00115
RESIDUALS	472	232295	492		

El ANOVA confirma las observaciones realizadas sobre la gráfica 4 (ver anexo 7) puesto que para H_0 los cambios a través del tiempo se presentan de manera apresurada y drástica, es decir, este grupo presenta diferencias significativas a partir del séptimo día con respecto a los seis primeros días, en H_1 a partir del día 12 con respecto a los cinco primeros días, H_2 también los presenta a partir del día doce pero con respecto a los cuatro primeros días y H_3 en el día 11 en adelante con respecto a los tres primeros días. El grupo de ejemplares que finalizó con mayor porcentaje de área real afectada fue H_0 seguido de H_2 , H_1 , y H_3 (91.767%, 77.853%, 72.607% y 53.609% respectivamente)

El ANOVA sin interacción del tiempo para MED delantero (ver anexo 8) revela que H_1 , H_2 y H_3 se comportan de manera similar en tanto que H_0 presenta un comportamiento diferente.

En la gráfica 5 se representa el comportamiento de la variable peso para todos los tratamientos, en esta se puede evidenciar que la variable es decreciente a medida que transcurre el tiempo, también que el tratamiento sin agua H_0 es el que mayor pérdida de peso presenta y el que se comporta de una manera totalmente diferente a los demás grupos de tratamientos; entre H_3 y H_1 pareciera que el comportamiento es similar.

Gráfica 5. Comportamiento de la variable peso en los tratamientos



La tabla 7 contiene el análisis de varianza para la variable peso, en la cual se consideró en primera instancia la posible interacción entre el tiempo y la hidratación, sin embargo se encontró un comportamiento diferente en la hidratación como en el tiempo pero no un comportamiento diferente en la interacción entre estos dos factores; es por esto que se corrigió el modelo del análisis de varianza.

Tabla 7 ANOVA para la variable peso con interacción hidratación-tiempo

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)
HIDRATACIÓN	3	1245.0	415.0	126.610	<2e-16
TIEMPO	14	1515.1	108.2	33.015	<2e-16
HIDRATACIÓN-TIEMPO	42	180.9	4.3	1.314	0.129
RESIDUALS	118	386.8	3.3		

El modelo del análisis de varianza corregido se encuentra en la tabla 8

Tabla 8 ANOVA para la variable peso sin interacción hidratación-tiempo

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)
HIDRATACIÓN	3	1245.0	415.0	126.610	<2e-16
TIEMPO	14	1515.1	108.2	33.015	<2e-16
RESIDUALS	160	567.7	3.5		

Los resultados en el ANOVA (ver anexo 9) para la variable peso indican que efectivamente a medida que transcurre el tiempo todos los tratamientos presentan una pérdida de peso paulatino, sin embargo del día 7 en adelante existe un cambio significativo con respecto a los primeros cuatro días. De la misma manera se ratificó que H_3 y H_1 tienen un comportamiento similar y tanto H_0 como H_2 presentan un comportamiento totalmente diferente a los demás tratamientos; el grupo que presentó mayor pérdida de peso fue H_0 , seguido de H_2 , H_1 y H_3 con 14g, 19.1g 20.3g y 20.5g respectivamente el último día del experimento.

En las figuras 4, 5, 6 y 7 se observa el incremento de los daños en las brácteas de las inflorescencias sometidas a los cuatro tratamientos, en donde:

- a.: Estado de las brácteas en el primer día
- b.: Estado de las brácteas en el quinto día
- c.: Estado de las brácteas en el décimo día
- d.: Estado de las brácteas en el décimo quinto día

Figura 5. Senescencia de *H. psittacorum* sin hidratación

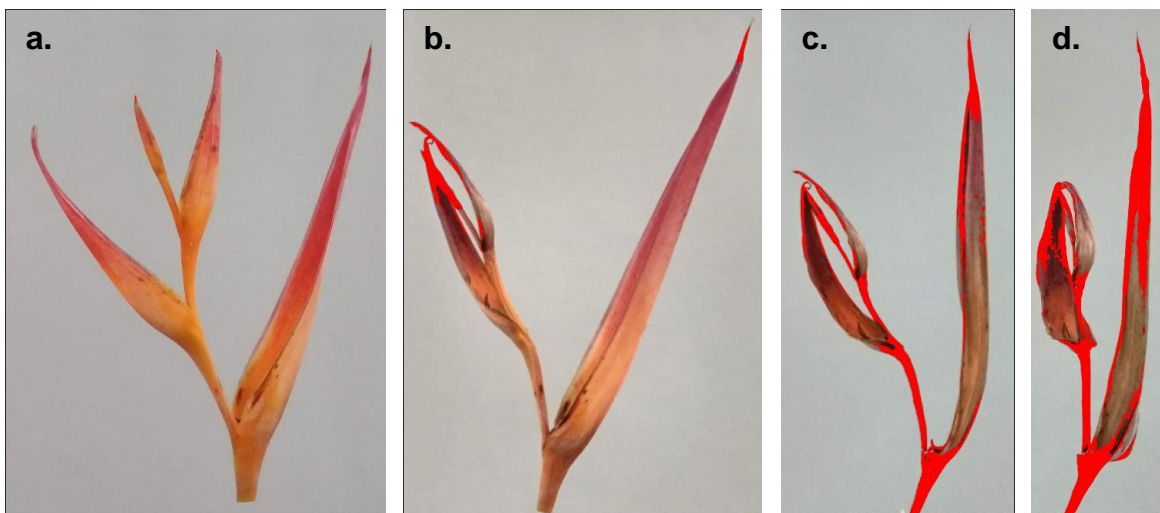


Figura 6. Senescencia de *H. psittacorum* hidratada con agua

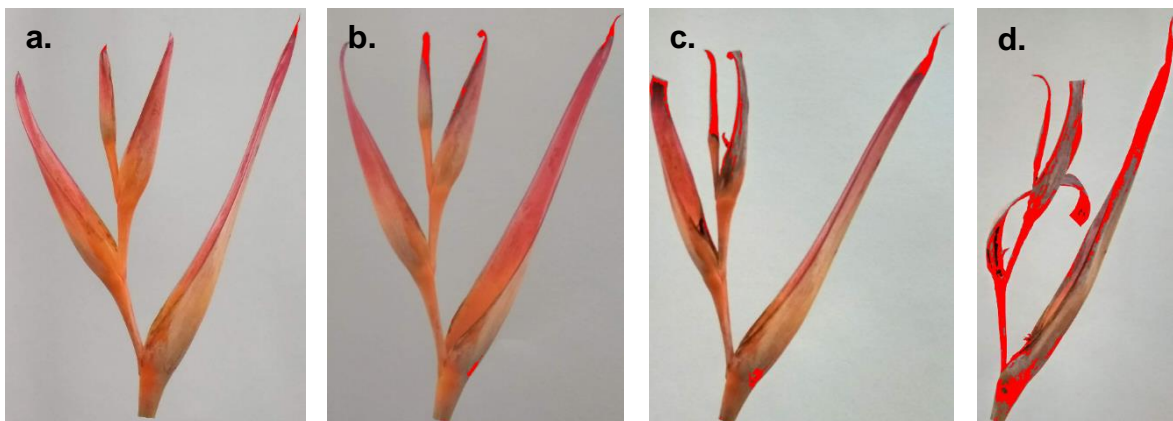


Figura 7. Senescencia de *H. psittacorum* hidratada con solución de NaCl al 0.02%

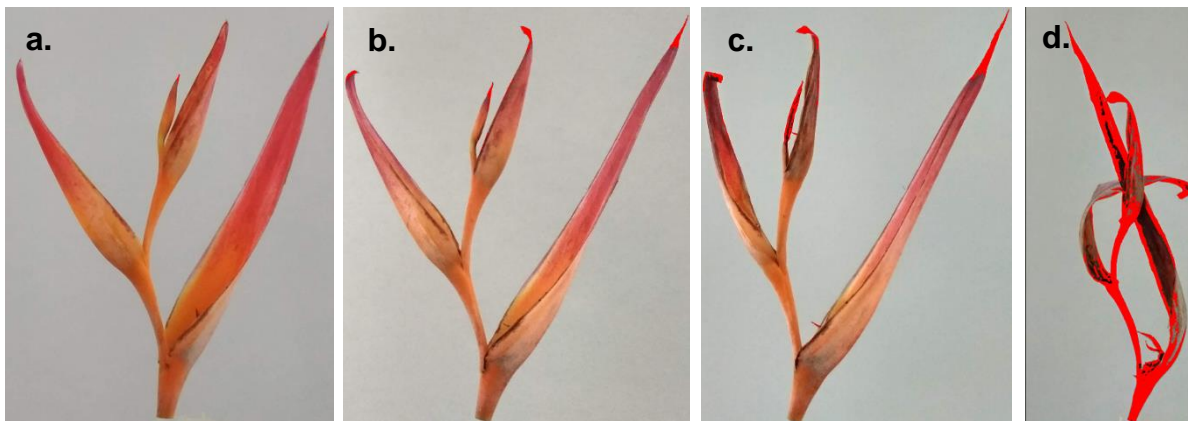
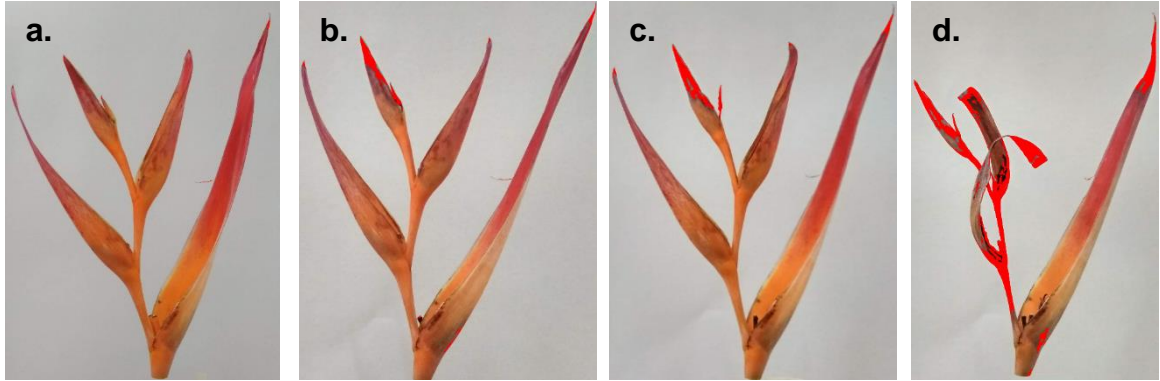


Figura 8. Senescencia de *H. psittacorum* hidratada con solución de $C_6H_{12}O_6$ al 0.01%



8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de los hallazgos encontrados, se acepta la hipótesis alternativa general que establece que existe un efecto significativo en las variables de respuesta LPC y MED asociado a alguno de los tratamientos de hidratación a los cuales fueron sometidas las *Heliconias psittacorum*.

Los productos foliares después del corte dejan de obtener de su fuente natural el abastecimiento para sus necesidades metabólicas y por consiguiente se deben añadir exógenamente para prolongar la vida útil de la flor, que está determinada por la calidad de sus brácteas principalmente, por esta razón se experimentó con el testigo (sin hidratación), solo agua, cloro y glucosa.

El tratamiento H_0 , sin agua, en comparación con los demás tratamientos que si contenían esta sustancia indican que el uso del agua en la flor cortada es imprescindible, por cuanto es un factor que incide directamente sobre la calidad de la inflorescencia, es decir, en la gráfica 3 y 4 se observa claramente que las flores de todos los grupos evaluados tienden a presentar un incremento del porcentaje de área dañada y que este incremento es más notorio en H_0 quien en el ANOVA denota un comportamiento totalmente diferente a los demás grupos evaluados. Ahora bien, partiendo de que el agua hace parte de la actividad metabólica normal de la flor y en términos de balance hídrico en donde existe una relación entre la cantidad de agua de florero que absorbe la flor cortada y la cantidad que pierde a través del proceso de transpiración se puede analizar que la degradación de la flor está influenciada por la plasmólisis, un proceso en el cual la pérdida de agua en las células es tal que ocasiona que la membrana plasmática se separe de la pared celular y ocasione la muerte celular, lo cual sucede si la deshidratación ha sido marcada ya que este proceso puede ser reversible (plasmólisis incipiente) e irreversible (plasmólisis permanente) como lo afirma Arntzen⁵³, este proceso se le

⁵³ ARNTEZEN, Daniela. Guía de estudio-Agua, Catedra de fisiología vegetal. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste, 2014. p. 7.

puede atribuir al grupo H_0 de manera prematura, sin embargo es el mismo suceso que tiene ocasión en los demás grupos analizados.

El efecto de la plasmólisis se evidencia indirectamente en el estudio de Alcalá y Palacios, quienes indican que el riego precosecha en las plantas de *Heliconia bihai* L. como factor simple estudiado presentan un efecto estadísticamente significativo sobre el daño observado en las inflorescencias, de modo que aquellas que recibieron riego antes de la cosecha mostraron un daño significativamente menor 44.8% que aquellas que no fueron regadas en precosecha 48.3%. Ello es acorde a lo que en este estudio se manifiesta, debido a que el porcentaje de área real dañada en el grupo de tratamiento que no poseía agua (H_0) fue más alto, tanto delantero como trasero, es así como en los valores traseros el tratamiento con agua (H_1) presentó un 23.3% menos de daños que H_0 , el tratamiento con agua e hipoclorito de sodio (H_2) presentó un 16.4% menos que H_0 y el tratamiento con agua y glucosa (H_3) obtuvo un 36.7% menos en comparación a H_0 ; y en los delanteros H_1 obtuvo un 19.2% menos que H_0 , H_2 un 13.9% menos que H_0 y H_3 un 38.1% menos que H_0 (ver anexo 5 y 7). Adicionalmente Alcalá & Palacios hallaron que las inflorescencias sometidas a riego presentaron menor pérdida de peso (33.2%) que aquellas que no lo fueron (35.4%); y nuevamente al contrastar este suceso con los resultados de este estudio se identifica la necesidad de la hidratación pese a que la pérdida de peso en H_0 fue de 14.6g, la de H_1 de 7g, H_2 de 8g y H_3 de 8g, donde el grupo sin hidratar presentó las mayores pérdidas de peso (ver anexo 9).

En relación al estudio realizado por González *et al*⁵⁴, no existe relación alguna entre el peso y los tratamientos hidratantes, sin embargo, el grupo de los tallos florales que presentó menor peso al final del estudio coincide con el grupo que más lesiones por centímetro cuadrado y porcentaje de área real dañada presentó,

⁵⁴ GONZÁLEZ, A.; BASTIDA, H.; NIETO, M.; NOVA, J.; PARRA, H.; QUIÑONES, R. y SILVA, M. Pos-cosecha de *Anthurium andreanum*, efecto de 5 tratamientos hidratantes sobre la vida en florero. [en línea]. En: Pos-cosecha en especies ornamentales. Junio del 2011, p. 3-4. [Consultado: 8 de junio de 2019]. Disponible en internet: <https://www.alltropicalflowers.com/archivos/libro11.pdf>

este es H_0 (gráfica 3, 4 y 5), denotando claramente que no se debe dejar sin suministro de agua a las flores de corte en la etapa pos-cosecha debido a que su proceso de senescencia se acelera; en adición González *et al.* evaluaron el efecto de cinco tratamientos hidratantes (ácido cítrico, sulfato de aluminio, Chrysal, cloro y agua) sobre la vida en florero de *Anthurium andreanum*, una flor tropical al igual que la heliconia, hallando que sólo la solución comercial exclusiva para flores, Chrystal, permitió la mayor longevidad de las flores (21.6 días), seguida por los tratamientos con agua, cloro, sulfato de aluminio y ácido cítrico (18, 15.6, 14.8, 12.8 días respectivamente). De modo que el tratamiento con agua para ese caso mostró mejores resultados que el tratamiento con cloro, y en el presente estudio la hidratación con agua no presentó diferencias significativas con la hidratación con cloro y la hidratación con glucosa.

Cabe rescatar que en el presente estudio no se evaluó un tratamiento con aluminio ($AlCl_3$) que según Jacome, Gomez Y Trejo⁵⁵ puede funcionar como agente biocida, ya que en su experimento con este compuesto hallaron una mayor absorción del agua en florero que aquellos sometidos a hidratación únicamente con agua (25.52% de volumen mayor) en *Heliconia psittacorum* L.f cv Andromeda; adicionalmente los tallos florales manejados con aluminio presentaron menor pérdida de peso con respecto al primer día (8.32 y 5.41% al 0.3 y 0.6mM) y los que fueron tratados únicamente con agua perdieron el 16.91% de su peso inicial. Análogamente en los resultados del estudio evaluado en este documento se evidencia que al sexto día las heliconias del grupo hidratado con agua habían perdido el 2.6% de su peso inicial y las que contenían cloro el 2.3% (ver anexo 9), de modo que se denota una menor pérdida de peso en el actual estudio tanto en el tratamiento con sustancia biocida como en el que sólo contenía agua, resaltando que las variedades comparadas no son las mismas y que no se llevaron a cabo bajo las mismas condiciones ambientales.

“Es necesario que la solución hidratante contenga compuestos que impidan la

⁵⁵ JÁCOME *et al.* Op. Cit., p. 84-86

proliferación de microorganismos, que taponarían los vasos conductores”⁵⁶. Es preciso mencionar que la “velocidad de la reacción dependerá de la demanda de cloro, no obstante el periodo de reacción generalmente es de diez minutos”⁵⁷, y en consecuencia se hace necesario conocer los componentes presentes en el agua para determinar la cantidad de cloro a utilizar, o bien hacer uso de un compuesto que tenga un efecto más prolongado.

Leyva *et al.*⁵⁸, evaluaron el efecto de sustancias usadas en la conservación floral (sacarosa, Crystal clear y ácido cítrico) en solución con Carbopol, y en solución con agua, en *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* Aristeguieta var. Golden Torch Adrián y *Rosa* spp.; de lo cual obtuvieron como resultado la pérdida de humedad en las dos especies; adicionalmente, encontraron que las especies sometidas a Carbopol presentaron menos pérdida de humedad que las sometidas a agua y en este aspecto las heliconias perdieron menos peso que las rosas tanto en carbopol como en agua. Nuevamente en la misma dirección a lo que arrojan los resultados del presente estudio se destaca que ninguna sustancia preservante mostro prolongación en la vida pos-cosecha de las especies evaluadas (ver anexo 6 y 8).

En el agua de florero también es necesario la adición de una sustancia nutritiva que le permita a las varas florales satisfacer sus necesidades metabólicas, algunas soluciones diseñadas para agua de florero contienen sacarosa como fuente carbonada para el aporte energético de la flor, además de contribuir al

⁵⁶ SERRANO, M.; ROMOJARO, F.; CASAS, J. L.; DEL RÍO, J.; ACOSTA, M. Action and mechanism of-aminoisobutyric acid as a retardant of cut carnation senescence. *En: Scientia Horticulturae*. 1990, vol. 4, p. 127-134. Citado por: DE LA RIVA MORALES, Fernando. Pos-cosecha de flores de corte y medio ambiente. [en línea]. *En: Scielo*. Septiembre-Diciembre del 2011, vol. 23, no 3, p. 126-127. [Consultado: 8 de junio de 2019]. Disponible en internet: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v29n3/art19.pdf>

⁵⁷ CAPÍTULO 1. GENERALIDADES sobre el cloro. [Anónimo]. [Consultado: 8 de junio de 2019]. Disponible en internet: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/23129/Capitulo1.pdf>

⁵⁸ LEYVA OVALLE, Otto Raúl; RODRÍGUEZ GOYA, Alejandrina Yenín; HERRERA CORREDOR, José Andrés; GALINDO TOVAR, María Elena y MURGUÍA GONZÁLEZ, Joaquín. Polímero hidrofílico combinado con soluciones preservadoras en la vida de florero de tallos florales de rosa y heliconia. [En línea]. *En: Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 2011, vol. 13, p. 552. [Consultado: 8 de junio de 2019]. Disponible en Internet: <http://www.redalyc.org/pdf/939/93920942034.pdf>

balance hídrico y a la retención de agua y solutos por las células, de la manera en que lo expresan Serrano *et al.*⁵⁹ y De Stigter⁶⁰. Sin embargo, las evidencias de los requerimientos de esta sustancia en flores de corte se encuentra registrado para flores no tropicales como petunia, spandragon, Lisianthus, eustoma, entre otras según lo indica Riva⁶¹. No obstante, aunque en este estudio no se hizo uso de la sacarosa, se usó como fuente de carbono la glucosa, la cual no obtuvo algún efecto significativo sobre la conservación de las brácteas como ya se ha mencionado (ver anexo 6 y 8), aunque finalizados los 15 días del experimento el grupo que menor MED presenta es el H₃ con 51 y 53.6% en el área trasera y delantera (ver anexo 5 y 7).

En cuanto a LPC se encontraron picos bajos durante el incremento del número de lesiones por centímetro cuadrado en todos los tratamientos (gráfica 1 y 2), lo cual se debe al surgimiento de nuevas lesiones con mucha cercanía a las existentes, de modo que al incrementarse su área algunas se unificaron generando estos picos bajos; no obstante esta variable también indica que H₀ fue el tratamiento con efectos de menor calidad debido a que presentó el mayor número de lesiones tanto traseras como delanteras (86 y 72 respectivamente)

De esta manera se evidencia la importancia del agua en el manejo floral, específicamente en Heliconias, las cuales disminuyen su peso por efecto de la transpiración y presentan necrosamiento en sus brácteas, órgano de valor en la comercialización, es por esto que los tratamientos que contenían agua otorgaron mejores condiciones a las brácteas, sin embargo entre H₁, H₂ y H₃ la variable MED no presentó diferencias significativas en las mediciones traseras ni delanteras, lo cual indica que comercialmente el tratamiento más viable es H₁, solo agua, debido a que es el más económico.

⁵⁹ SERRANO *et al.* Op. Cit., p. 126-127.

⁶⁰ DE STIGTER, H. Effects of glucose with 8-hydroxyquinoline sulfate or aluminum sulfate on the water balance of cut 'Sonia' roses. Z. Pflanzenphysiol. [En línea]. 1981, vol. 101, p. 95-105. Citado por: DE LA RIVA MORALES Op. Cit., p. 126-127.

⁶¹ DE LA RIVA MORALES Op. Cit., p. 126-127.

9. CONCLUSIONES

Las variables LPC y MED evaluadas en los cuatro grupos florales de *Heliconia psittacorum* con sus respectivos tratamientos de hidratación (sin agua, agua, hipoclorito de sodio al 0.02% y glucosa al 0.01%), demostraron un incremento a lo largo de los 15 días de estudio, lo cual es representativo de la senescencia de la inflorescencia pese a que en la pos-cosecha el metabolismo del tallo floral continua activo y depende de las condiciones de manejo la velocidad de la degradación.

El tratamiento H_0 presento una rápida degradación tanto en las lesiones por centímetro cuadrado como en el porcentaje real de área dañada, siendo este tratamiento el que menor calidad le otorgó a la flor al cabo de 15 días con un daño promedio de 87.76 y 91.77% del MED trasero y delantero, y el promedio más alto del LPC durante los 15 días que es de 64.7% trasero y 55.1% delantero; de modo que es imprescindible suministrar hidratación en la pos-cosecha de estas flores para evitar la pérdida prematura de los tejidos.

Los tratamientos H_1 , H_2 y H_3 no denotaron una diferencia significativa en cuanto a la longevidad de las flores, en términos de las variables MED y LPC, a pesar de presentar un mayor rendimiento que H_0 , de modo que para la producción comercial de *H. psittacorum* el tratamiento más favorable es H_1 el cual implica menor costo de producción.

En cuanto a la variable peso en el transcurso de los 15 días se presentó un descenso en todos los grupos evaluados, el cual fue más notorio en H_0 , seguido de H_2 , H_1 , y H_3 .

10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 9 Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																																	
	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4							SEMANA 5				REPOSABLE
ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	
Adecuación de la instalación.																																	Brenda Rocha
Adecuación de la materia prima.																																	Natalia Orozco
Cosecha de las plantas.																																	Brenda Rocha
Transporte.																																	Natalia Orozco
Inicio de experimentos de hidratación.																																	Brenda Rocha
Registro fotográfico.																																	Natalia Orozco
Cálculo de los daños.																																	Brenda Rocha
Determiación del método de hidratación.																																	Natalia Orozco

11. PRESUPUESTO

En la tabla 10 se muestra los materiales, equipos, insumos y transporte que se requirieron para desarrollo del proyecto.

Tabla 10 Presupuesto del proyecto

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO (\$)
Flores Heliconia psittacorum	Und.	40	32000
Transporte	Pasajes	2	14000
Acarreo de flores		1	60000
Papel periódico	Pliego	40	24000
Cajas	Und.	5	7500
Recipientes de vidrio (50ml)	Und.	40	200000
Espumas 23x10x8	cm3	20	20000
Hipoclorito de sodio	Litro	4	9700
Glucosa	Gramos	700	8500
Cámara fotográfica	Und.	1	1311750
Arriendo Instalación		1	300000
Equipo de aire acondicionado	Und.	1	1000000
TOTAL			2987450

Fuente. De los autoras.

Como se aprecia la suma de los costos totales es de \$2.987.450. La fuente de recursos financieros fue propia.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. BADE, Cecilia Inés y A. CARMONA, Marcelo. Comparison of methods to assess severity of common rust caused by *Puccinia sorghi* in maize. [En línea]. En: Tropical plant pathology. Agosto de 2011, vol. 36, no. 4, p. 264-266. [Consultado el 21 de noviembre de 2018]. Disponible en Internet: <http://www.scielo.br/pdf/tpp/v36n4/a09v36n4.pdf>. ISSN 1982-5676

Agrotropical. Citado por MIDENCE MATUTE, Héctor Eugenio. Estrategia de comercialización para flores tropicales microempresa "Flolexport". Tesis de pregrado Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente. Honduras. Universidad Zamorano. 2003. p. 7. [Consultado el 21 de noviembre de 2018]. Disponible en Internet: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1977/1/IAD-2003-T015.pdf>

ALCALÁ, Andrés B. y PALACIOS, José V. Riego y uso de antitranspirantes sobre la vida pos-cosecha de *Heliconia bihai* L. [En línea]. En: Anales Científicos. Julio de 2017, vol. 78, no. 2, p. 225-231. [Consultado el 21 de noviembre de 2018]. Disponible en Internet: <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1060>

ALVAREZ, M. Agrotecnia de la Alpinia, Lirio Atorcha y Heliconias. Capítulo 14. [En línea]. [Consultado el 15 de Octubre de 2003]. Citado por: JEREZ, E. El cultivo de las heliconias [PDF]. En: Cultivo tropicales: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal Redalyc. Abril de 2007. Vol. 28, no. 1. p. 29. [Consultado: 14 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193215858005.pdf>

ARNTZEN, Daniela. Guía de estudio-Agua, Catedra de fisiología vegetal. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste, 2014. p. 7.

Asociación Colombiana de Exportadores de Flores. Cifras estadísticas. [En línea]. Asocolflores. [Consultado el 28 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://asocolflores.net.co/servicios/cifras-estadisticas/36>

BAÑUELOS HERNÁNDEZ, K.P.; GARCÍA NAVA, J.R.; LEYVA OVALLE, O.R.; PEÑA VALDIVIA, C.B.; YBARRA MONCADA, M.C.; Flowering stem storage of *Heliconia psittacorum* L. f. cv. Trópica. [En línea]. Postharvest Biology and Technology. Febrero de 2016, vol. 112, p. 159-169. [Consultado el 21 de noviembre de 2018]. Disponible en Internet: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521415301502?via%3Dihub>

BELEÑO S. Jairo, CANTILLO, M., Milena y RODRIGUEZ L., Marilyn. Estudio de factibilidad de producción y exportación de flores exóticas amigables con el medio ambiente en la ciudad de Santa Marta. [PDF]. Tesis posgrado Especialista en Gerencia Financiera. Santa Marta. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de ciencias económicas. Especialización en gerencia financiera. 2009. p. 22-24. [Consultado el 29 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/1689/T164.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CÁPITULO 1. GENERALIDADES sobre el cloro. [Anónimo]. [Consultado: 8 de junio de 2019]. Disponible en internet: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/23129/Capitulo1.pdf>

CÁRDENAS POVEDA, Luz Marina y RODRÍGUEZ ESPEJO, Maria Yamile. Estudio de la agroindustria de las flores en Colombia y la creación de una empresa productora de flores. [En línea]. Bogotá. Universidad de la Sabana. Programa de

especialización, finanzas y negocios internacionales. 2011. p. 31. [Consultado el 29 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/1688/Luz_Marina_C_rdenas_Poveda.pdf?sequence=1

COSTA, Andreza.; NOGUEIRA, Luis Carlos; DOS SANTOS, Venézio; FINGER, Fernando Luiz; CAMARA, Terezinha; LOGES, Vivian. y WILLANDINO, Lilia. Characterization of symptoms of senescence and chilling injury on inflorescences of *Heliconia bihai* (L.) cv. Lobster Claw and cv. Halloween. [En línea]. Postharvest Biology and Technology. Enero de 2011, vol. 59, no. 1, p. 103-109. [Consultado el 21 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://www.sciencedirect.com.bdatos.usantotomas.edu.co/science/article/pii/S0925521410001894>

CRONQUIST. Clasificación de las angiospermas [en línea]. (1981). [Consultado: 30 de noviembre de 2018]. Disponible en: http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/botanica_sistematica2/arboles%20de%20Cronquist.pdf

CV, Sheela. Heliconia. En: Flowers for trade. (Flores para el comercio). [En línea]. Pitampura New Delhi. 2008. p. 193-210. [Consultado el 28 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: https://books.google.com.co/books?id=RGa2VeA8HiMC&pg=PA196&dq=CV,+Sheela.+Heliconia.+En:+Flowers+for+trade.&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwicmoXm_v3eAhWi2YMKHTdcARUQ6AEIKzAA#v=onepage&q=CV%2C%20Sheela.%20Heliconia.%20En%3A%20Flowers%20for%20trade.&f=false

DANE. Boletín técnico- Exportaciones (EXPO) Abril 2018. [En línea]. Bogotá D.C. 1 de junio de 2018, p. 13-14. [Consultado el 28 de noviembre de 2018]. Disponible en internet:

https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/exportaciones/bol_exp_abr18.pdf

DE STIGTER, H. Effects of glucose with 8-hydroxyquinoline sulfate or aluminum sulfate on the water balance of cut 'Sonia' roses. Z. Pflanzenphysiol. [En línea]. 1981, vol. 101, p. 95-105. Citado por: DE LA RIVA MORALES Op. Cit., p. 126-127.

DIAZ CERON, Wilson Andrés. Análisis de las oportunidades del sector floricultor exportador colombiano frente a las actuales condiciones del mercado en Costa Rica. [En línea]. Bogotá D.C.: agosto de 2018. p. 21-22. [Consultado el 28 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6930/1/5122422-2018-II-NIIE.pdf>

Fedexport. Citado por MIDENCE MATUTE, Op. Cit., p. 7.

FISCHER, Gerhard. Fisiología de la flor almacenada: Respiración, transpiración y temperatura. [PDF]. En: ResearchGate. Enero de 2000., vol. 7, no. 1. p. 6-8. [Consultado: 27 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: https://www.researchgate.net/publication/257651432_Fisiologia_de_la_flor_almacenada_2_Respiracion_transpiracion_y_temperatura

GONZÁLEZ, A.; BASTIDA, H.; NIETO, M.; NOVA, J.; PARRA, H.; QUIÑONES, R. y SILVA, M. Pos-cosecha de *Anthurium andreanum*, efecto de 5 tratamientos hidratantes sobre la vida en florero. [en línea]. En: Pos-cosecha en especies ornamentales. Junio del 2011, p. 3-4. [Consultado: 8 de junio de 2019]. Disponible en internet: <https://www.alltropicalflowers.com/archivos/libro11.pdf>

HALEVY, A. H. Y MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut

flowers, Part 2. Horticultural. Citado por: LEYVA OVALLE *et al.*, Op. Cit., p. 552. HAVELY A., y MAYAK S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Part 2. 1981, vol. 3, p. 59-153. Citado por: Citado por: DE LA RIVA MORALES Op. Cit., p. 126-127.

ICA. Buenas prácticas agrícolas. p. 22

Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Memoria del proyecto de investigación. Introducción de nuevas Heliconias para flor cortada: Evaluación de su potencial y desarrollo de técnicas de cultivo sin suelo. [Consultado: 20 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://www.icia.es/icia/download/ornamentales/Heliconias.pdf>

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Op. Cit., p. 30.

JÁCOME-CHACÓN, María de los Ángeles, GÓMEZ-MERINO, Fernando C. y TREJO-TÉLLEZ, Libia I. El aluminio afecta la vida de florero de *Heliconia psittacorum*. [PDF]. 2015. p. 80-88. [Consultado: 14 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias-BIO-T_I/Handbook_Biologia_y_Agronomia_T1_V1_89_97.pdf

JEREZ, E. El cultivo de las heliconias [PDF]. En: Cultivo tropicales: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Cultivos tropicales. Abril de 2007. Vol. 28, no. 1. p. 29. [Consultado: 14 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193215858005.pdf>

KRESS, Jhon, BETANCUR, Julio y ECHEVERRY, Beatriz. Morfología del género heliconia. En: Heliconias: Llamadas de la selva colombiana. 2 Ed. Bogotá D.C.: Cristina Uribe. 2004. p. 27-28. ISSN 958-95783-3-0. [Consultado: 29 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: https://books.google.com.co/books?id=FpfNN_9D1b0C&pg=PA14&dq=morfolog%

C3%ADa+de+heliconia&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi80LTR2freAhWy1FkKHad3CnAQ6AEIKTAA#v=onepage&q&f=false

KRESS, W. John, BETANCUR, Julio; ROESEL, Cheryl S. y ECHEVERRY C., Beatriz E. Lista preliminar de las heliconias de Colombia y cinco especies nuevas. [PDF]. En: *Caldasia*. Vol. 17, no. 2. p. 183-184. [Consultado: 29 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://bdigital.unal.edu.co/20941/1/17193-54426-1-PB.pdf>

LEYVA OVALLE, Otto Raúl; RODRÍGUEZ GOYA, Alejandrina Yenin; HERRERA CORREDOR, José Andrés; GALINDO TOVAR, María Elena y MURGUÍA GONZÁLEZ, Joaquín. Polímero hidrofílico combinado con soluciones preservadoras en la vida de florero de tallos florales de rosa y heliconia. [En línea]. En: *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 2011, vol. 13, p. 552. [Consultado el 21 de noviembre de 2018]. Disponible en Internet: <http://www.redalyc.org/pdf/939/93920942034.pdf>

MEJIA GIRALDO, Luis Miguel y RODRIGUEZ, Yenny Marcela. Efectos de la aplicación de aceites en fase pos-cosecha sobre la calidad y durabilidad de la Heliconia. [PDF]. En: *Sophia*. Marzo de 2006, no. 2. p, 21-29. [Consultado: 30 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/pdf/4137/413740745003.pdf>

NASCISMO SIMONES, Adriano do; BANDEIRA DINIZ, Nathalia; SILVA VIEIRA, Marcos Ribeiro da; FERREIRA SILVA, Sergio Luiz; SILVA, Mónica Bartira da; MINATEL, Igor Otávio y PEREIRA LIMA, Giuseppina Pace. Impact of GA3 and spermine on postharvest quality of anthurium cut flowers (*Anthurium andraeanum*) cv. Arizona. En: *Scientia Horticulturae*. Noviembre de 2018. Vol. 241. p. 178-186. [Consultado: 30 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://www.sciencedirect.com/bdatos.usantotomas.edu.co/science/article/pii/S030>

4423818304874

OSPINA JARAMILLO, Luciano y PIÑEROS CIFUENTES, Jaime Alberto. Desarrollo de un modelo productivo de heliconias (Género Zingiberales) para la zona cafetera de Caldas. [PDF]. Bogotá D.C. Universidad de la Salle. Facultad de Empresas Agropecuarias. 2006. p. 30. [Consultado: 30 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/5168/T12.06%20O6d.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PARDO CARRASCO, Fabio Alejandro. Estado del arte de la pos-cosecha de las flores en Colombia. [PDF]. Trabajo de grado presentado para optar el título de Especialista en Horticultura. Bogotá. D.C. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Escuela de posgrado 2010. p. 9-23. [Consultado: 30 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://bdigital.unal.edu.co/56329/1/07793071.2010.pdf>

PAULL, Robert E.; THEERANUCH CHANTRACHIT. La benciladenina y la vida en florero de las plantas ornamentales tropicales. En: Postharvest Biology and Technology. Febrero 2001. Vol. 21, no. 3, p. 303-310. [Consultado: 30 de noviembre de 2018].

PÉREZ CONEO, David Nelson; GARCÍA FRANCO, María Cristina y TABORDA MARTÍNEZ, Richard Oswaldo. Biocomercio. [en línea]. Colombia. 2016. Flores y follajes nativos de Antioquia. [Consultado: 28 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://repositorio.esumer.edu.co/bitstream/ESUMER/462/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20ESPA%C3%91OL.pdf>

PITA FERNÁNDEZ, S.; PÉRTEGAS DÍAZ, S. Y VALDÉS CAÑEDO, F. Medidas de

frecuencia de enfermedad. [PDF]. Mayo de 2004, p. 1-6. [Consultado: 28 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: https://www.fisterra.com/mbe/investiga/medidas_frecuencia/med_frec2.pdf

Producciones del Sur. Citado por MIDENCE MATUTE, Op. Cit., p. 7-8.

Proexag. Citado por: MIDENCE MATUTE, Op. Cit., p. 6.

RANGEL CH., J. Orlando. La riqueza de las plantas con flores de Colombia. [PDF]. En: Botánica-Florística. 2015. Vol. 37, no. 2. p. 2979-307. [Consultado: 29 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v37n2/v37n2a5.pdf>

REID, Michael. Pos-cosecha de las flores cortadas: Manejo y recomendaciones. [En línea]. Estados Unidos. 2009, p. 2-36. [Consultado: 27 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-2624.pdf>

RINCÓN GUERRERO, Natalia; OLARTE QUINTERO, Manuel Andrés y PÉREZ NARANJO, Juan Carlos. Determinación del área foliar en fotografías tomadas con una cámara web, un teléfono o una cámara semiprofesional. [PDF]. En: Rev. Nac. Agron. Mayo de 2012. vol. 65, no. 1. p. 6399-6405. [Consultado: 27 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/30766>

RODRÍGUEZ BECERRA, Manuel. La biodiversidad en Colombia [En línea]. [Consultado el 04 de mayo de 2017]. Disponible en internet: <http://www.manuelrodriguezbecerra.org/bajar/biodiversidad.pdf>

SAUCEDA ACOSTA, Carlos P.; LUGO GARCÍA, Gabriel A.; VILLASEÑOR MIR, Héctor E.; PARTIDA RUVALCABA, Leopoldo y REYES OLIVAS, Álvaro. Un método preciso para medir la severidad en roya de la hoja (*Puccinia triticina*

Eriksson) en trigo. [En línea]. Septiembre del 2015, vol. 38, no. 4, p. 427-434. [Consultado el 21 de noviembre de 2018]. Disponible en Internet: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v38n4/v38n4a11.pdf>

SERRANO, M.; ROMOJARO, F.; CASAS, J. L.; DEL RÍO, J.; ACOSTA, M. Action and mechanism of-aminoisobutyric acid as a retardant of cut carnation senescence. En: Scientia Horticulturae. 1990, vol. 4, p. 127-134. Citado por: DE LA RIVA MORALES, Fernando. Pos-cosecha de flores de corte y medio ambiente. [en línea]. En: Scielo. Septiembre-Diciembre del 2011, vol. 23, no 3, p. 126-127. [Consultado: 8 de junio de 2019]. Disponible en internet: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v29n3/art19.pdf>

SESSÉ LACASTA, Martín y MOCIÑO, José Mariano. **Heliconia psittacorum* Sessé y Moc. [en línea]. Tropicos. 1894. [Consultado: 29 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://uao.libguides.com/c.php?g=529806&p=4412778>

SOCHA CARDENAS, Gildardo. Plan de negocios para la producción y comercialización de heliconias en el departamento del Casanare. Tesis de Tecnólogo en Horticultura. Bogotá. Universidad Militar Nueva Granada. 2016. p. 18

SQUEO, Francisco A. y LEÓN, Mario F. Fisiología vegetal. [en línea]. Chile. 2007. Capítulo III Transpiración., p. 67. [Consultado: 27 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Transpiracion.pdf>

VAN DOORN, W. V. Water relations of cut flowers II: Some species of tropical provenance. Acta Horticulturae., p. 65-69. Citado por: ALCALÁ B., Andrés y PALACIOS V., José. Riego y uso de antitranspirantes sobre la vida pos-cosecha de *Heliconia bihai* L. [PDF]. En: Anales científicos. 2017. Vol. 78, no. 2. p. 225-231.

[Consultado: 27 de noviembre de 2018]. Disponible en internet:
http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1060/pdf_60

VAZQUEZ H., Julio Cesar. Manejo pos-cosecha de Maraca (Zingiber Spectabile). [PDF]. Tesis para adquirir el título de Maestro en ciencias en Horticultura. Chapingo, México. Universidad Autonoma de Chapingo. Departamento de Fitotecnia. 2013, p. 24-69. [Consultado: 27 de noviembre de 2018].

13. ANEXOS

Anexo 1. ANOVA para la variable LPC trasero, factor tiempo.

DÍAS	LS MEAN	SE	df	LOWERR.CL	upper.CL	GROUP
1	8.6	7.29	8	-21.33	38.5	a
2	10.1	7.29	8	-19.78	40.1	a
3	13.8	7.29	8	-16.11	43.8	ab
4	25.7	7.29	8	-4.24	55.6	abc
6	34.6	7.29	8	4.65	64.5	abc
5	35.7	7.29	8	5.78	65.6	abc
8	39.8	7.29	8	9.84	69.7	bc
7	42.6	7.29	8	12.67	72.5	bc
9	43.9	7.29	8	13.99	73.9	c
10	74.3	7.29	8	44.33	104.2	d
13	78.7	7.29	8	48.72	108.6	d
11	80.0	7.29	8	50.03	109.9	d
12	82.6	7.29	8	52.65	112.5	d
15	86.1	7.29	8	56.18	116.0	d
14	86.2	7.29	8	56.25	116.1	d

Anexo 2. ANOVA para la variable LPC trasero, factor hidratación.

HID.	LS MEAN	SE	df	LOWERR.CL	upper.CL	GROUP
H2	39.1	5,13	8	22.7	55.5	a
H1	40.3	5,13	8	23.9	56.7	a
H3	54.0	5,13	8	37.6	70.3	b
H0	64.7	5,13	8	48.3	81.0	b

Anexo 3. ANOVA para la variable LPC delantero, factor tiempo.

DÍAS	LS MEAN	SE	df	LOWERR.CL	upper.CL	GROUP
1	7.01	5.35	8	-14.970	29.0	a
2	7.87	5.35	8	-14.107	29.8	a
3	12.69	5.35	8	-9.292	34.7	a
4	21.50	5.35	8	-0.479	43.5	ab
6	27.15	5.35	8	5.174	49.1	abc
5	34.33	5.35	8	12.354	56.3	bcd
7	37.41	5.35	8	15.430	59.4	bcd
8	38.35	5.35	8	16.372	60.3	cd
9	43.15	5.35	8	21.178	65.1	cd
10	54.39	5.35	8	32.418	76.4	de
11	67.43	5.35	8	45.456	89.4	e
12	68.14	5.35	8	46.161	90.1	e
13	71.07	5.35	8	49.095	93.0	e
14	72.06	5.35	8	50.086	94.0	e
15	73.43	5.35	8	51.449	95.4	e

Anexo 4. ANOVA para la variable LPC delantero, factor tiempo.

HID.	LS MEAN	SE	df	LOWERR.CL	upper.CL	GROUP
H1	30.6	3.76	8	18.6	42.6	a
H2	39.5	3.76	8	27.5	51.5	b
H3	44.4	3.76	8	32.4	56.4	b
H0	55.1	3.76	8	43.1	67.1	c

Anexo 5. ANOVA para la variable MED trasero, interacción tiempo-hidratación

DÍAS	HID.	lsmean	SE	df	lower.CL	upper. CL	group
1	H0	0.895	5.32	8	-26591	28.4	a
2	H0	3.150	5.32	8	-24336	30.6	ab
3	H0	7.039	5.32	8	-20447	34.5	abcd
4	H0	17.677	5.32	8	-9809	45.2	abcdefghi
5	H0	27.150	5.32	8	-0.336	54.6	abcdefghij
6	H0	34.768	5.32	8	7.282	62.3	defghijk
7	H0	38.578	5.32	8	11.092	66.1	fghijklm
8	H0	42.468	5.32	8	14.982	70	ghijklm
9	H0	50.751	5.32	8	23.265	78.2	jklmn
10	H0	56.316	5.32	8	28.830	83.8	klmno
11	H0	65.949	5.32	8	38.464	93.4	mnop
12	H0	71.101	5.32	8	43.615	98.6	nop
13	H0	80.204	5.32	8	52.718	107.7	op
14	H0	84.646	5.32	8	57.160	112.1	p
15	H0	87.756	5.32	8	60.270	115.2	p
1	H1	0.371	5.32	8	-27115	27.9	a
2	H1	1	5.32	8	-26861	28.1	a
3	H1	1.677	5.32	8	-25809	29.2	a
4	H1	3.258	5.32	8	-24228	30.7	ab
5	H1	5.514	5.32	8	-21972	33	abc
6	H1	6.889	5.32	8	-20.597	34.4	abc
7	H1	10	5.32	8	-17.786	37.2	abcde
8	H1	14.457	5.32	8	-13.029	41.9	abcdef
9	H1	18.735	5.32	8	-8.751	46.2	abcdefghi
10	H1	26.646	5.32	8	-1	54.1	abcdefghij
11	H1	32.259	5.32	8	4.773	59.7	cdefghijk
12	H1	35.870	5.32	8	8.384	63.4	efghijk
13	H1	44.014	5.32	8	16.528	71.5	hijklmn

DÍAS	HID.	lsmean	SE	df	lower.CL	upper. CL	group
14	H1	56.287	5.32	8	28.801	83.8	klmno
15	H1	64.440	5.32	8	36.954	91.9	lmnop
1	H2	0.636	5.32	8	-26850	28.1	a
2	H2	1.155	5.32	8	-26331	28.6	a
3	H2	2	5.32	8	-25486	29.5	ab
4	H2	5.667	5.32	8	-21819	33.2	abc
5	H2	7.447	5.32	8	-20039	34.9	abcd
6	H2	9.426	5.32	8	-18.060	36.9	abcde
7	H2	12.824	5.32	8	-14.662	40.3	abcdef
8	H2	15.611	5.32	8	-11.875	43.1	abcdefg
9	H2	18.328	5.32	8	-9.158	45.8	abcdefghi
10	H2	21.879	5.32	8	-5.607	49.4	abcdefghi
11	H2	26.532	5.32	8	-0.954	54	abcdefghij
12	H2	32.828	5.32	8	5.342	60.3	cdefghijk
13	H2	36.716	5.32	8	9.230	64.2	efghijkl
14	H2	52.394	5.32	8	24.908	79.9	jklmno
15	H2	71.386	5.32	8	43.900	98.9	nop
1	H3	0.57	5.32	8	-26916	28.1	a
2	H3	1	5.32	8	-26641	28.3	a
3	H3	1.605	5.32	8	-25881	29.1	a
4	H3	3.588	5.32	8	-23898	31.1	ab
5	H3	7.028	5.32	8	-20458	34.5	abcd
6	H3	13.368	5.32	8	-14.118	40.9	abcdef
7	H3	16.181	5.32	8	-11.305	43.7	abcdefgh
8	H3	18.931	5.32	8	-8.555	46.4	abcdefghi
9	H3	21.018	5.32	8	-6.468	48.5	abcdefghi
10	H3	24.826	5.32	8	-2.660	52.3	abcdefghij
11	H3	29.600	5.32	8	2.114	57.1	abcdefghijk
12	H3	33.239	5.32	8	5.753	60.7	cdefghijk

DÍAS	HID.	lsmean	SE	df	lower.CL	upper. CL	group
13	H3	37.855	5.32	8	10.369	65.3	fghijkl
14	H3	44.359	5.32	8	16.873	71.8	ijklmn
15	H3	51	5.32	8	23.014	78	jklmn

Anexo 6. ANOVA para la variable MED trasero, factor hidratación

HID.	LS MEAN	SE	df	LOWERR.CL	upper.CL	GROUP
H1	20.2	2.62	8	11.9	28.6	a
H2	21.0	2.62	8	12.6	29.4	a
H3	21.4	2.62	8	13.0	29.8	a
H0	44.6	2.62	8	36.2	52.9	b

Anexo 7. ANOVA para la variable MED delantero, interacción tiempo-hidratación

DÍAS	HID.	lsmean	SE	df	lower.CL	upper. CL	group
1	H0	0.717	5.82	8	-29.391	30.8	a
2	H0	2.114	5.82	8	-27.994	32.2	ab
3	H0	4.171	5.82	8	-25.937	34.3	abc
4	H0	15.597	5.82	8	-14.510	45.7	abcdefg
5	H0	27.808	5.82	8	-2.300	57.9	abcdefghijk
6	H0	35.172	5.82	8	5.065	65.3	cdefghijkl
7	H0	39.697	5.82	8	9.590	69.8	fghijklm
8	H0	48.294	5.82	8	18.186	78.4	hijklmno
9	H0	55.423	5.82	8	25.315	85.5	jklmnop
10	H0	61.445	5.82	8	31.337	91.6	lmnopqr
11	H0	66.445	5.82	8	36.337	96.6	mnopqr
12	H0	72.979	5.82	8	42.872	103.1	nopqr
13	H0	81.746	5.82	8	51.638	111.9	pqr
14	H0	87.434	5.82	8	57.326	117.5	qr
15	H0	91.767	5.82	8	61.659	121.9	r

1	H1	0.283	5.82	8	-29.824	30.4	a
2	H1	1	5.82	8	-29.544	30.7	a
3	H1	1.031	5.82	8	-29.076	31.1	a
4	H1	2.833	5.82	8	-27.275	32.9	ab
5	H1	4.417	5.82	8	-25.690	34.5	abc
6	H1	6.391	5.82	8	-23.716	36.5	abcd
7	H1	9.049	5.82	8	-21.059	39.2	abcdef
8	H1	14.457	5.82	8	-15.650	44.6	abcdefg
9	H1	22.198	5.82	8	-7.909	52.3	abcdefgh
10	H1	28.942	5.82	8	-1.165	59	abcdefghijk
11	H1	32.990	5.82	8	2.883	63.1	bcdefghijkl
12	H1	38.958	5.82	8	8.850	69.1	efghijklm
13	H1	47.999	5.82	8	17.892	78.1	hijklmno
14	H1	58.986	5.82	8	28.879	89.1	klmnopq
15	H1	72.607	5.82	8	42.499	102.7	nopqr
1	H2	0.585	5.82	8	-29.523	30.7	a
2	H2	0.948	5.82	8	-29.159	31.1	a
3	H2	1.256	5.82	8	-28.851	31.4	a
4	H2	3.359	5.82	8	-26.748	33.5	ab
5	H2	8.617	5.82	8	-21.491	38.7	abcdef
6	H2	11.737	5.82	8	-18.371	41.8	abcdef
7	H2	12.849	5.82	8	-17.258	43	abcdefg
8	H2	15.435	5.82	8	-14.673	45.5	abcdefg
9	H2	17.761	5.82	8	-12.347	47.9	abcdefgh
10	H2	23.033	5.82	8	-7.074	53.1	abcdefghi
11	H2	30.892	5.82	8	1	61	abcdefghijkl
12	H2	38.386	5.82	8	8.279	68.5	efghijklm
13	H2	47.340	5.82	8	17.232	77.4	hijklmno
14	H2	60.501	5.82	8	30.394	90.6	lmnopq
15	H2	77.853	5.82	8	47.746	108	opqr

1	H3	0.46	5.82	8	-29.647	30.5	a
2	H3	0.847	5.82	8	-29.261	31	a
3	H3	3.576	5.82	8	-26.532	33.7	ab
4	H3	8.112	5.82	8	-21.995	38.2	abcde
5	H3	11.326	5.82	8	-18.782	41.4	abcdef
6	H3	12.426	5.82	8	-17.682	42.5	abcdefg
7	H3	17.254	5.82	8	-12.853	47.4	abcdefgh
8	H3	19.156	5.82	8	-10.951	49.3	abcdefgh
9	H3	24.209	5.82	8	-5.898	54.3	abcdefghij
10	H3	30.810	5.82	8	1	60.9	abcdefghijkl
11	H3	36.601	5.82	8	6.493	66.7	defghijklm
12	H3	39.289	5.82	8	9.181	69.4	efghijklm
13	H3	43.193	5.82	8	13.086	73.3	ghijklmn
14	H3	47.639	5.82	8	17.531	77.7	hijklmno
15	H3	53.609	5.82	8	23.502	83.7	ijklmnop

Anexo 8. ANOVA para la variable MED delantero, factor hidratación

HID.	LS MEAN	SE	df	LOWERR.CL	upper.CL	GROUP
H1	22.8	2.65	8	14.3	31.2	a
H2	23.2	2.65	8	14.8	31.7	a
H3	23.4	2.65	8	14.9	31.8	a
H0	46.1	2.65	8	37.6	54.5	b

Anexo 9. ANOVA para la variable peso, factor tiempo

DÍAS	lsmean	SE	df	lower.CL	upper. CL	group
15	14.3	0.867	2	-0.466	29.1	a
14	14.9	0.867	2	0.117	29.7	ab
13	15.2	0.867	2	0.450	30.0	ab
12	15.9	0.867	2	1.117	30.7	abc

DÍAS	lsmean	SE	df	lower.CL	upper. CL	group
11	16.2	0.867	2	1.450	31.0	abc
10	17.1	0.867	2	2.284	31.9	bcd
9	17.3	0.867	2	2.534	32.1	bcd
8	18.2	0.867	2	3.367	33.0	cde
7	18.5	0.867	2	3.700	33.3	cde
6	19.7	0.867	2	4.867	34.5	def
5	20.4	0.867	2	5.617	35.2	efg
4	21.2	0.867	2	6.450	36.0	fgh
3	22.2	0.867	2	7.367	37.0	fgh
2	22.6	0.867	2	7.784	37.4	gh
1	23.8	0.867	2	8.950	38.5	gh

Anexo 10. ANOVA para la variable peso, factor hidratación

HID.	LS MEAN	SE	df	LOWERR.CL	upper.CL	GROUP
H0	14.0	0.731	2	7.63	20.5	a
H2	19.1	0.731	2	12.72	25.5	b
H1	20.3	0.731	2	13.90	26.7	c
H3	20.5	0.731	2	14.12	26.9	c